

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

TEPELNÉ ČERPADLO V DOMĚ S TÉMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE

THE HEAT PUMP IN THE HOUSE WITH ALMOST ZERO ENERGY CONSUMPTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PAVEL FOJTÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program

B3607 Stavební inženýrství

Typ studijního programu

Bakalářský studijní program s prezenční formou studia

Studijní obor

3608R001 Pozemní stavby

Pracoviště

Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student

Pavel Fojtík

Název

Tepelné čerpadlo v domě s téměř nulovou
spotřebou energie

Vedoucí bakalářské práce

Ing. Petr Horák, Ph.D.

**Datum zadání
bakalářské práce**

30. 11. 2013

**Datum odevzdání
bakalářské práce**

30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT



Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

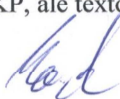
- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
 - ♣ analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu, volba zdroje tepla,
 - ♣ výpočet tepelného výkonu,
 - ♣ energetický štítek obálky budovy,
 - ♣ návrh otopných ploch,
 - ♣ návrh zdroje tepla,
 - ♣ návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
 - ♣ dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
 - ♣ návrh zabezpečovacího zařízení,
 - ♣ návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
 - ♣ roční potřeba tepla a paliva
 - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy – výkresy

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Petr Horák, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce obsahuje návrh vytápění a nuceného větrání domu s téměř nulovou spotřebou energie. V první části práce je seznámení se zákony související s nulovým domem a popsání základních principů tepelného čerpadla. Druhá část práce obsahuje výpočet jednotlivých komponentů a technických zařízení pro danou stavbu.

Preface

The bachelor's thesis contains a proposal of the heating and forced airing of a house with almost zero energy consumption. In the first part of the thesis there are law connected with a zero house and describe a basic principle of the heat pump. The second part includes calculation of the particular components and technical mechanism for this concrete building.

Klíčová slova

Dům s téměř nulovou spotřebou energie, tepelné čerpadlo, nucené větrání s rekuperací, solární kolektor

Key Words

The house with almost zero energy consumption, heat pump, forced airing with recuperation, solar collector

Bibliografická citace

FOJTÍK, Pavel. *Tepelné čerpadlo v domě s téměř nulovou spotřebou energie*. Brno, 2014. 98 s., 7 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Horák, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2014

.....

podpis autora

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26.5.2014

.....

podpis autora

Poděkování :

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Horákovi, za odborné vedení a rady při konzultacích po dobu zpracování mé práce.

V Brně dne 26. 5. 2014

.....
Pavel Fojtík

OBSAH

ÚVOD	11
A - TEORETICKÁ ČÁST	12
A.1 BUDOVY S TĚMĚR NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE	13
A.2 EVROPSKÉ SMĚRNICE.....	14
A.3 ZÁKONY A VYHLÁŠKY V ČR	15
A.4 TEPELNÁ ČERPADLA	17
A.4.1 PRINCIP TEPELNÉHO ČERPADLA.....	17
A.4.2 ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH ČERPADEL	18
A.4.3 JEDNOTLIVÉ ZDROJE ENERGIE	18
A.4.4 JEDNOTLIVÉ KOMPONENTY TEPELNÉHO ČERPADLA	20
A.4.5 COP – TOPNÝ FAKTOR TEPELNÉHO ČERPADLA	21
A.4.6 PROVOZNÍ ZPŮSOBY TEPELNÝCH ČERPADEL	22
B - VÝPOČTOVÁ ČÁST	23
B.1 ANALÝZA OBJEKTU	24
B.1.1 ARCHITEKTONICKÉ A STAVEBNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU	24
B.1.2 ENERGETICKÉ KONCEPCE OBJEKTU.....	25
B.2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU.....	26
B.2.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O BUDOVĚ.....	26
B.2.2 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U	27
B.2.3 VÝPOČET ZE SOFTWARE - ZTRÁTY 2010	29
B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	37
B.4 NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH.....	41
B.5 NÁVRH ZDROJE TEPLA.....	43
B.5.1 URČENÍ BODU BIVALENCE	43
B.5.2 DIMENZOVÁNÍ PRIMÁRNÍHO OKRUHU TEPELNÉHO ČERPADLA	45
B.6 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ.....	47
B.6.1 TLAKOVÉ ZTRÁTY NA POTRUBÍ A STUPEŇ PŘEDNASTAVENÍ	47
B.6.2 REGULAČNÍ ŠROUBENÍ A TERMOSTATICKÉ VENTILY	51
B.6.3 ELEKTROREGULACE KONVEKTORŮ	52
B.7 NÁVRH ČERPADEL	53
B.7.1 ČERPADLO PRO OTOPNÁ TĚLESA	54
B.7.2 ČERPADLO PRO DOHŘEV VZDUCHU.....	55
B.8 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ	56
B.8.1 EXPANZNÍ NÁDOBA.....	56
B.8.2 NÁVRH POJISTNÉHO ZAŘÍZENÍ.....	57
B.9 SOLÁRNÍ SYSTÉM	58
B.9.1 NÁVRH ENERGETICKÉ BILANCE SOLÁRNÍHO SYSTÉMU	58
B.9.2 DIMENZOVÁNÍ POTRUBNÍCH ROZVODŮ A EXPANZNÍ NÁDOBY	61
B.10 OHŘEV TEPLÉ VODY	65

B.11 NÁVRH NUCENÉHO VĚTRÁNÍ.....	67
B.11.1 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	67
B.11.2 NÁVRH VĚTRACÍ JEDNOTKY DUPLEX – SOFTWARE ATREA	70
B.12 NÁVRH FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ	75
C - PROJEKT	76
C.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	77
C.1.1 ÚVOD	77
C.1.2 PODKLADY	77
C.1.3 TEPELNÉ ZTRÁTY A POTŘEBA TEPLA.....	77
C.1.4 ZDROJ TEPLA	77
C.1.5 VYTÁPĚNÍ	78
C.1.6 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE.....	78
C.1.7 MONTÁŽ A UVEDENÍ DO PROVOZU	79
C.1.8 OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	79
C.1.9 BEZPEČNOST A POŽÁRNÍ OCHRANA.....	80
C.1.10 TECHNICKÉ NORMY	80
C.2 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	81
C.3 SOLÁRNÍ SOUSTAVA – PROGRAM ZELENÁ ÚSPORÁM	93
D - ZÁVĚR.....	94
E - POUŽITÉ ZDROJE	95
F - SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....	96
G - SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	98
PŘÍLOHY	100

ÚVOD

Cílem mé závěrečné práce je seznámit se s problematikou obnovitelných zdrojů energie, popsat jeho využití v domech s téměř nulovou spotřebou energie. Jedná se o návrh tepelného čerpadla typu země – voda, solární soustavy a dále pak nucenému větrání s rekuperací tepla.

A - TEORETICKÁ ČÁST

A.1 BUDOVY S TĚMĚR NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE

Nulovým domem dochází v podstatě navýšení standartu pasivního bydlení. Hlavní myšlenkou je využívání obnovitelných zdrojů a to v maximální možné míře. Onen název nulový dům vychází z koncepce domu, který v průběhu roku vyrobí právě tolik energie, kolik sám spotřebuje. Česká definice v podobě zákona 318/2012 o hospodaření energií (1), není tak přísná. Základní podmínkou je tzv. měrná potřeba tepla na vytápění, která musí být maximálně 15 kWh / m² za rok. Tato podmínka platí rovněž pro pasivní domy, avšak když jsou dostatečně vybaveny obnovitelnými zdroji energie (solární kolektory, fotovoltaické panely, kotel na pelety) může se o nich mluvit jako o nulových. Ono zařazení do skupiny nulových domů stvrdí energetický průkaz budovy.



Obrázek A.1.1 Ukázka nulových domů Freiburg, Německo

Veškeré snahy o „zelené bydlení“ vychází z Evropské unie. Je otázkou zda kroky EU nejsou jen výsledek lobbyingu velkých společností využívající unijního volného trhu. Či skutečnou snahou posunout se o kus dál. Tak či onak Evropské směrnice a doporučení ohledně nulových staveb, již nabyly platnosti ve většině členských zemí.

A.2 EVROPSKÉ SMĚRNICE

Jako jedna z prvních regulí Evropské unie, která řeší energetiku staveb, je Směrnice o energetické náročnosti budov z roku 2002 (2), která teprve nedávno nabyla platnosti v členských zemích. Zaobírala se povinností zpracování energetických průkazů a dalších náležitostí posudku. Tato směrnice byla v květnu 2010 nahrazena novým zněním (3). Zde je uvedena celá řada změn a úprav. Nejvýznamnější je však ta, která předepisuje výstavbu budov v nulovém konceptu a to nejpozději od roku 2020. Uvedená směrnice ukládá členským státům EU převést její požadavky do vlastních zákonů.

Dle Evropské unie podíl budov na celkové spotřebě energie činí 40%. Díky neustálému růstu počtu budov se unie rozhodla zasáhnout a snížit její celkový dopad. Snížením spotřeby energie a zároveň využíváním energie z obnovitelných zdrojů, chce unie docílit postupného snižování energetické závislosti a emisí skleníkových plynů. Na základě tohoto schématu byl pro Evropu stanoven do roku 2020 cíl 20 – 20 – 20 (zvýšení energetické účinnosti o 20 %, zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie v celkové spotřebě v EU na 20 % a snížit emise skleníkových plynů o 20 % oproti úrovni z roku 1990) (3).

Základní požadavky pro členské státy dle směrnice 2010/31/EU – EPB2 (3)

Členské státy stanoví minimální požadavky na energetickou náročnost budov a tyto požadavky budou takové, aby jejich splnění bylo nákladově optimální – tzn. aby byla rovnováha mezi vstupní investicí a náklady na energii uspořeny během životního cyklu budovy.

Dále členské státy zajistí, aby do 31. prosince 2020 všechny nové budovy byly budovami s téměř nulovou spotřebou energie a po dni 31. prosince 2018 nové budovy užívané a vlastněné orgány veřejné moci byly budovami s téměř nulovou spotřebou energie.

Členské státy stanoví nezbytná opatření za účelem zavedení systému certifikace energetické náročnosti budov. Certifikát energetické náročnosti musí obsahovat energetickou náročnost budovy a referenční hodnoty, jako jsou minimální požadavky na energetickou náročnost, a umožňovat tak vlastníkům nebo nájemcům budovy ucelené části budovy porovnání a posouzení její energetické náročnosti.

Členské státy mají povinnost vypracovat seznam opatření a nástrojů mimo jiné finanční povahy, které podporují cíle EPBD II (3).

A.3 ZÁKONY A VYHLÁŠKY V ČR

Směrnice vydaná Evropskou unií 2010/31/EU o energetické náročnosti budov EPBD II (3), byla začleněna do českých zákonů prostřednictvím zákona č. 318/2012 Sb., novela zákona č.406/2000 o hospodaření energií (3) a do novely vyhlášky 148/2007 o energetické náročnosti budov (4).

Důležité body zákona č. 318/2012 Sb., o hospodaření energií (3)

Všechny nové domy od 1. 1. 2013 musí splňovat požadavky na spotřebu energie v domech dle stávající vyhlášky 148/2007 (4) a od 1. 4. 2013 musí splňovat nové požadavky dle vyhlášky 78/2013 (5). Jedná se o novelu vyhlášky 148/2007 (4).

Nové budovy (rodinné, administrativní, bytové) musí splňovat požadavky tak, aby měly téměř nulovou spotřebu energie a to:

- Od 1. ledna 2018 pro domy s podlahovou plochou větší než 1500 m²
- Od 1. ledna 2019 pro domy s podlahovou plochou větší než 350 m²
- Od 1. ledna 2020 pro domy s podlahovou plochou menší než 350 m²

Nové budovy veřejné správy musí splňovat požadavky tak, aby měly téměř nulovou spotřebu energie a to:

- Od 1. ledna 2016 pro domy s podlahovou plochou větší než 1500 m²
- Od 1. ledna 2017 pro domy s podlahovou plochou větší než 350 m²
- Od 1. ledna 2018 pro domy s podlahovou plochou menší než 350 m²

Změny dokončených budov:

- V případě větší změny budovy (mění se více jak 25 % celkové obálky budovy) musí budova splňovat požadavky na spotřebu energie dle novely vyhlášky 148/2007
- V případě jiné než větší změny budovy měněné stavební prvky splňovat požadavky uvedené v novele vyhlášky 148/2007

Vyhláška 78/2013 o energetické náročnosti budov (novela vyhlášky č. 148/2007) (5)

Vyhláška obsahuje novou metodiku hodnocení spotřeby energie v domech. Jedná se o Energetickou náročnost domu, která bude uvedena jako výstupní hodnocení v průkazu energetické náročnosti budov (dále jen ENB). Výsledek průkazu ENB zařazuje objekt do energetických tříd A (mimořádně úsporná) – G (mimořádně ne hospodárná). Podmínky kdy je nutné vypracovat průkaz ENB stanovuje zákon č. 318/2012.

Postup výpočtu dle vyhlášky č. 78/2013 Sb. (5)

Uvedenými postupy (ve vyhlášce a v normách) se provede výpočet celkové dodané energie do budovy a dalších činitelů, které se porovnávají s tzv. referenční budovou. Referenční budova je budova stejné velikosti, tvaru, užívání, má stejný způsob vytápění, rekuperace atd. jako posuzovaná budova. Ale má zadané úrovně tepelné izolace, charakteristické vlastnosti oken, účinnosti zdrojů energie atd. Při následném porovnání hodnot obou budov musí být hodnocená budova alespoň tak energeticky úsporná jako budova referenční nebo ještě úspornější. Dle míry úspory přiřadíme hodnocené budově kategorii (A,B,C,...).

Součástí průkazu energetické náročnosti budovy je též posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie.

Ukazatele ENB, které se u budov hodnotí

- Celková primární energie za rok
- Neobnovitelná primární energie za rok
- Celková dodaná energie do budovy za rok
- Dílčí energie dodané pro systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti, přípravu TV a osvětlení za rok
- Průměrný součinitel prostupu tepla
- Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici budovy
- Účinnost technických systémů

Požadavky na ENB – Nová budova a budova s téměř nulovou spotřebou energie

Jednotlivé požadavky na ENB jsou splněny, pokud následující hodnoty hodnocené budovy nejsou vyšší než referenční hodnoty ukazatelů energetické náročnosti pro referenční budovu.

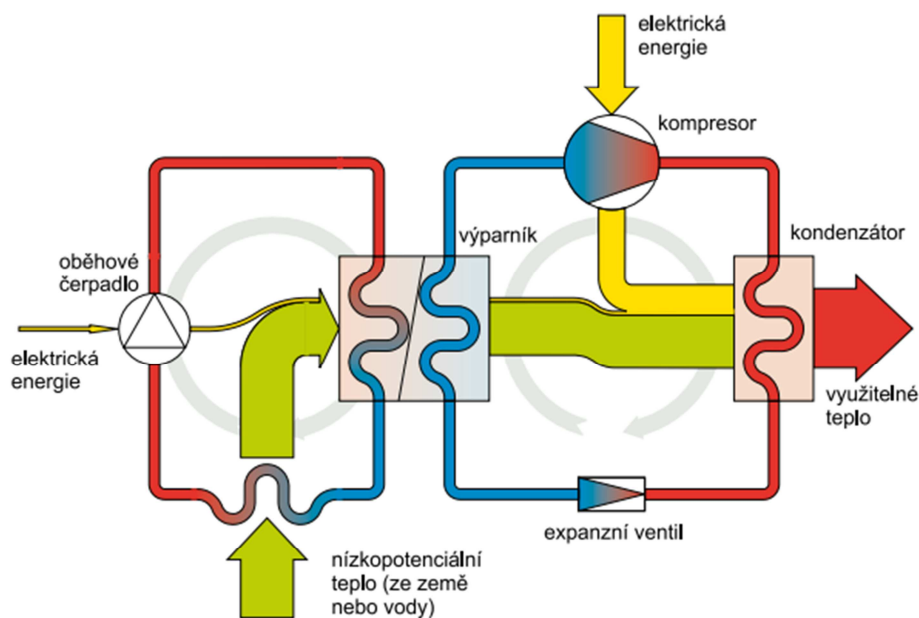
- Neobnovitelná primární energie za rok
- Celková dodaná energie do budovy za rok
- Průměrný součinitel prostupu tepla

A.4 TEPELNÁ ČERPADLA

A.4.1 Princip tepelného čerpadla

Tepelná čerpadla se řadí mezi alternativní zdroje energie, protože umožňují odjímat teplo z okolního prostředí (vody, vzduchu, země) a převádět ho na vyšší využitelnou teplotní hladinu. Teplo se přenáší prostřednictvím kapaliny – nemrznoucí směsi. Kapalina odebírá teplo z prostředí a odvádí jej do výparníku tepelného čerpadla, kde se nízkopotenciální teplo předá chladivu kolujícím uvnitř zařízení. Chladivo se tím ve výparníku vypaří a vzniklý plyn je nasán kompresorem. Kompresor ohřáté plyné chladivo prudce stlačí a tím zvýší jeho teplotu a tlak. Tím ono nízkopotenciální teplo zvýší teplotní hladinu na cca 80 °C. Takhle zahřáté palivo putuje do kondenzátoru, teplo se zde předá do topné vody či jiného zdroje a plyné chladivo mění skupenství na kapalné. Z kondenzátoru putuje kapalné chladivo přes expanzní ventil, kde se prudce ochladí zpět do výparníku, kde se znova dohřeje. Tento proces se neustále opakuje.

Pro přečerpání tepla na vyšší teplotní hladinu je potřeba dodat určité množství energie. Prakticky to znamená, že tepelné čerpadlo spotřebovává pro pohon kompresoru elektrickou energii. Protože její množství není zanedbatelné, lze tepelné čerpadlo považovat za alternativní zdroj tepla pouze částečně.



Obrázek A.4.1 Schéma principu tepelného čerpadla

A.4.2 Rozdělení tepelných čerpadel

- Dle pohonu:
 - Kompresorová s pístovým kompresorem
 - Kompresorová se spirálovým kompresorem SCROLL
 - Kompresorová se šroubovým kompresorem
 - Kompresorová s rotačními kompresory
 - Absorpční
- Dle přenosu energie z primární strany na sekundární:
 - Voda - voda
 - Vzduch - voda
 - Země - voda
 - Vzduch - vzduch
 - Voda - vzduch
- Dle druhu pohonné energie:
 - Elektrická
 - Plynná
 - Kapalné paliva

A.4.3 Jednotlivé zdroje energie

V zásadě tepelná čerpadla označujeme dle látky, které teplo odebírají a látky do které ho předávají. Nazýváme ji také jako stranu primární a sekundární. Například TČ země – voda.

Venkovní vzduch

Tepelné čerpadlo využívá tepla obsaženého ve venkovním vzduchu. Můžeme je rozdělit s provedením ve venkovní nebo vnitřní variantě. Jeho výhodou je lehká instalace, kde nevyžaduje žádné další zásahy do okolního prostředí. Mezi nevýhody však patří hluk ventilátoru venkovní jednotky a klesající výkon v zimních obdobích. Kdy je potřeba zvýšit množství elektrické energie.

Zemní plošný kolektor

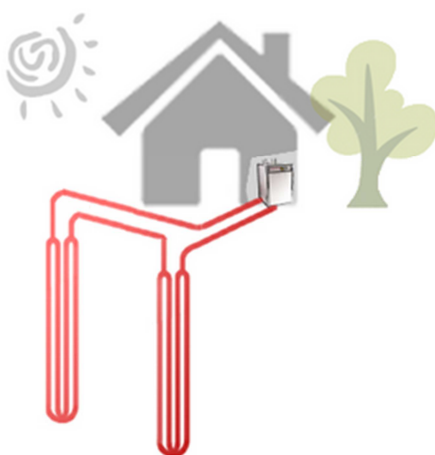
Tepelné čerpadlo odebírá teplo z půdy. Hloubka uložení potrubí by měla být do 2 metrů. V zemi se akumuluje teplo od slunečního záření, teplo od venkovního vzduchu a popřípadě teplo od srážek. Nevýhodou je nutnost dostatečně velkého pozemku a taky závislost na místních půdních podmínkách. Pro lepší tepelné vlastnosti jsou vhodné půdy bohaté na vodu s nízkým zastoupením vzduchových pórů. Další nevýhodou je částečné promrzání půdy v zimním období. Naopak hlavní výhodou jsou pořizovací náklady ve srovnání s hlubinným vrtem.



Obrázek A.4.2 Schéma plošného kolektoru

Hlubinný svislý kolektor

Zde využíváme teplo obsažené hlouběji v zemi. Hlavní výhodou je stálá teplota po celý rok, naopak nevýhodou jsou pořizovací náklady. Hloubka vrtu opět závisí na kvalitě základací půdy. Zde však narážíme na problém jak onu hodnotu zjistit po celé délce vrtu. Jedna varianta je kontaktovat příslušný orgán, který zpravuje data z průzkumných vrtů z okolí, nebo provést přepočít po odvrtání části z plánované hloubky a přizpůsobit se tak místním podmínkám. Další nevýhodou jsou nutná povolení od správců vodních toků a v případě hloubky nad 100 m báňských úřadů.



Obrázek A.4.3 Schéma hlubinného kolektoru

Voda ze studny

Tepelné čerpadlo využívající vody ze studny vyžaduje celoročně dostatečný zdroj, který je nutno ověřit před zahájením příprav. Dalším důležitým prvkem je samotné složení vody, kdy hrozí riziko zanášení výměníku a tím pádem vyžaduje důkladnou údržbu. Nevýhodou je samotné čerpadlo, které spotřebovává hodně energie. Většinou se jedná o ponorné čerpadlo. Princip je v tom, že čerpáme vodu ze studny do TČ, kde předá energii a poté ji vracíme do vsakovací nádrže. Ta musí být umístěna v dostatečné vzdálenosti od studny. Samotná voda by měla mít celoročně teplotu 6 -7 °C, aby ji bylo možné ochlazovat bez rizika zamrznutí.

Voda z rybníku či řeky

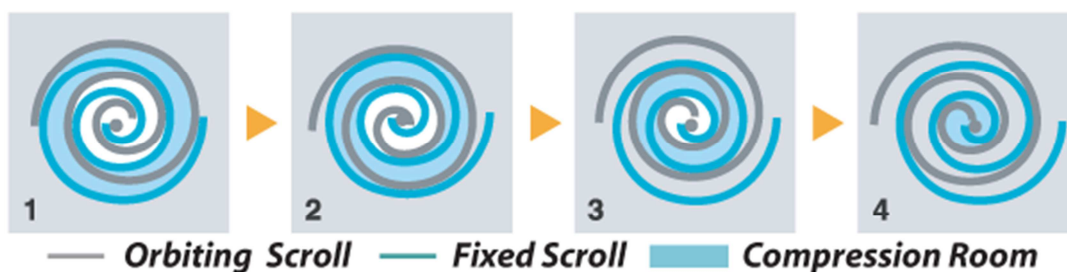
V tomto případě existují dvě varianty. To ponořené potrubí na dně rybníka, nebo čerpání vody přímo do tepelného čerpadla. Nevýhodou je riziko úniku nemrznoucí směsi. Problémem je také částečné znečištění vody a nutnost platit za odběr. Výhodou jsou však pořizovací náklady, ve srovnání s hlubinným vrtem.

A.4.4 Jednotlivé komponenty tepelného čerpadla

Kompresor

Nejdůležitější a nejdražší částí tepelného čerpadla je právě kompresor. Na jeho výkonu závisí ekonomika provozu. V současnosti se používají výhradně TČ s kompresorem a to nejčastěji tyto čtyři druhy (6):

- Pístový kompresor – levnější, horší topný faktor a nízkou životnost (cca 15 roků)
- Spirálový kompresor – označován také jako SROLL, jednoznačně nejpoužívanější typ pro svoji schopnost dosáhnout vysokého COP. Zároveň má dlouhou životnost (až 20 let). Funguje na principu dvou spirál pevné a pohyblivé. Kdy prostor mezi nimi je vyplněn chladivem. Pohyblivá spirála se excentricky pohybuje v pevné. Tím je vytvořena určitá vlna, která se šíří od obvodu ke středu. Neustále se stlačuje a tím pádem i zahřívá, až dojde do středu spirály, kde je výfukovým otvorem odváděna ven (6).



Obrázek A.4.4 Schéma principu kompresoru SROLL

- Rotační kompresor – jsou vhodné pro malé výkony a nedosahují vysokých topných faktorů. Používají se v klimatizačních jednotkách.
- Šroubový kompresor – průmyslové a speciální aplikace, kde je třeba velkých výkonů.

Výparník

Přivádí nízkopotenciální teplo a to způsobuje vypařování chladiva. To se stává nositelem energie. Dále putuje do kompresoru.

Kondenzátor

Přivádí energii z kompresoru v podobě páry a předává jej topnému mediu, tzv. sekundární okruh.

Expanzní ventil

Pomocí něj vstřikujeme kapalně chladivo do výparníku, aby zde dostal opět energii při nižším tlaku.

A.4.5 COP – topný faktor tepelného čerpadla

Jedním ze základních určujících parametrů tepelných čerpadel je topný faktor (COP- Coefficient of Performance). Tato bezrozměrná hodnota je poměrem mezi vyrobeným teplem a spotřebovanou elektrickou energií. Čím vyšší je topný faktor, tím je čerpadlo účinnější. Pozor si musíme dát, ale u projektování. Do COP nemusí být zahrnut příkon čerpadel na straně primárního okruhu a to u určitých typů čerpadel není zrovna malá hodnota. Spotřeba oběhového čerpadla vlastního vytápění, tedy strana sekundárního okruhu, je obvykle zanedbatelná. Proto se jeho potřeba do celkového topného faktoru obvykle nezapočítává (6).

$$COP = \varepsilon_T = \frac{Q}{P} \quad [-] \quad (1.1)$$

- Q [kW] – teplo dodané na vytápění
- P [kW] – příkon tepelného čerpadla

Topné faktory se pohybují v rozmezí od 2,5 do 5. Tato hodnota však není stálá po celou dobu provozu. Mění se dle podmínek, v nichž čerpadlo pracuje. Proto výrobci udávají několik hodnot COP pro různé výstupní teploty média. Např. COP při 0/35°C je 4 dle EN 14 511. To znamená, že vstupní teplota na straně primární je 0 °C a výstupní teplota vody na straně sekundární je 35 °C. Topný faktor 4 dle EN 14 511 znamená, že měření probíhalo přesně dle dané normy.

Uvedený příklad je vhodný pro tepelné čerpadlo země – voda, naopak pro TČ vzduch voda jsou vstupní parametry 2/35 °C a pro typ voda – voda 10/35 °C. Samozřejmě topný faktor je mnohem příznivější, pokud je teplota výstupní vody nižší. Z toho důvodu je dobré se přiklánět k nízkoteplotním soustavám.

A.4.6 Provozní způsoby tepelných čerpadel

Monovalentní provoz

Zde je tepelné čerpadlo jediným zdrojem tepla

Alternativně bivalentní provoz

Tepelné čerpadlo pracuje do té doby, než dosáhne bodu bivalence. Ten stanoven v závislosti na venkovní teplotě a parametrech tepelného čerpadla. Od tohoto okamžiku přebírá výrobu tepla jiný zdroj.

Monoenergetický provoz

Zde je využíváno pouze přídatné zařízení pro případný dohřev (elektrický). Opět onen bod sepnutí závisí na jednotlivém typu čerpadla a venkovní teploty.

Paralelně bivalentní provoz

Tepelné čerpadlo produkuje teplo do určité venkovní teploty, kdy se opět připojuje druhý tepelný zdroj. TČ však má větší podíl na celkové celoroční produkci tepla.

B - VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 ANALÝZA OBJEKTU

Rodinný dům se nachází na jižním svahu v obci Lhotka u Zlína. Jedná se o novostavbu jednopodlažního domu s plochou zelenou střechou a garáží. Objekt je určen pro čtyřčlennou rodinu.

B.1.1 Architektonické a stavební řešení objektu

Koncepce domu vychází ze snahy o maximální využití jižního svahu a zároveň o nenarušení původního rázu krajiny. V celém objektu dominují tři základní prvky beton, dřevo a sklo. Rodinný dům je osazen z velké části do terénu. Prostorové uspořádání nabízí obyvatelům domu společný obytný prostor orientovaný na jih. Tento prostor pomáhají dotvářet velké prosklené plochy vedoucí na terasu. Dětské pokoje mají totožnou orientaci. Ložnice je naopak otočená k východu. Veškeré další místnosti (WC, koupelna, šatna, chodba, technická místnost, pracovna a garáž) jsou v severní části objektu.

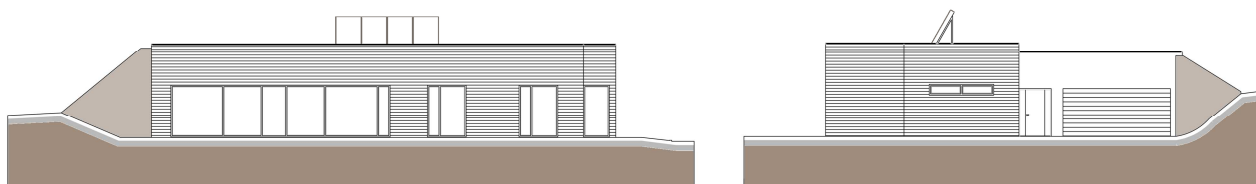


Obrázek B.1.1 Půdorys objektu v terénu

Hlavní nosným prvkem stavby je železobetonová konstrukce. Obvodové stěny ve styku se zemí jsou z vnějších stran opatřeny tepelnou izolací EPS o tloušťce 180mm. Pohledové stěny jsou izolovány tepelnou izolací Airock HD s větraným obkladem z dřevěných latí. Střecha je řešena jako plochá jednoplášťová s vegetační skladbou pro extenzivní zeleň. Vnitřní nenosné stěny jsou z keramických tvarovek Heluz o tloušťce 115 mm. Veškeré železobetonové konstrukce jsou na straně interiéru přiznané. Příčky pokrývají vápenocementové omítky bílé barvy. Okna jsou dřevohliníkové s trojskly a jako ochrana proti přehřívání je opatřena venkovními žaluziemi.

B.1.2 Energetické koncepce objektu

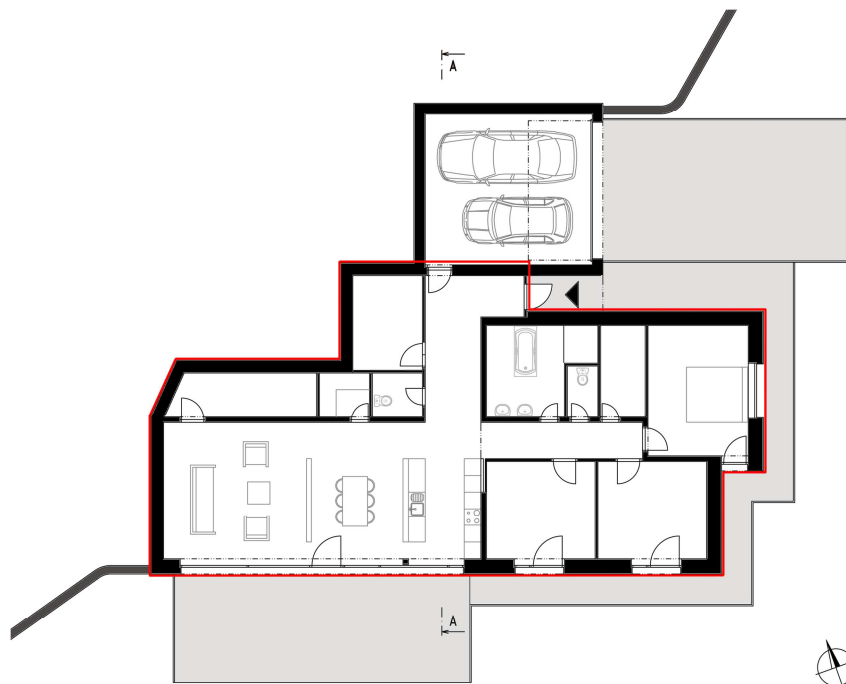
Objekt je řešen jako dům s téměř nulovou spotřebou energie. Proto při volbě jednotlivých zdrojů tepla jsem hledal prvky, které minimalizují spotřebu primární energie. Vysoká kvalita tepelných izolací a kvalitní zasklení společně se zařízením pro zpětné získávání tepla z nuceného větrání nám minimalizují tepelné ztráty objektu. Jako hlavní zdroj tepla navrhuji tepelné čerpadlo typu země-voda (topný výkon 4,8a kW). Díky tomu, že se objekt nachází ve svahu, se přikláním k variantě hlubinného vrtu. Je známo, že tepelné čerpadlo dosahuje nejvyšší účinnosti při práci s nízkým teplotním spádem. S ohledem na tento fakt, a s problémem v podobě velkých prosklených ploch na jižní straně, jsem rozhodl pro podlahové konvektory, které budou pracovat ve spádu 45/35 °C. Konvektory Licon jsou opatřeny malými ventilátory pro lepší účinnost. Jako hlavní zdroj pro teplou vodu jsou na objektu instalovány solární kolektory. Případný dohřev vody zajišťuje malý zásobník s topnou spirálou. Dalším prvkem z obnovitelných zdrojů je fotovoltaický systém, který je instalován převážně z důvodu splnění podmínek pro nulové domy.



Obrázek B.1.2 Pohled na jižní a východní stranu objektu

B.2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

Při výpočtu tepelné ztráty jsem si objekt rozdělil na hlavní posuzovanou zónu a garáž. Systémovou hranici hlavní vytápěné zóny tvoří vnější konstrukce po vrstvu hydroizolace. Veškeré plochy a objemy vycházejí právě z této linie. Konečný výpočet byl proveden v programu doc. Dr. Ing. Zbyňka Svobody Stavební fyzika – Ztráty 2010.



Obrázek B.2.1 Systémová hranice budovy

B.2.1 Základní údaje o budově

- | | |
|---|----------------------------|
| • Návrhová (výpočtová) venkovní teplota: | -12,0 °C |
| • Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: | 8,4 °C |
| • Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$: | 1,45 |
| • Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: | 20,3 °C |
| • Půdorysná plocha objektu A: | 296,5 m² |
| • Exponovaný obvod objektu P: | 65,7 m |
| • Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V: | 727,1 m³ |
| • Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu: | 60.0 % |

B.2.2 Součinitel prostupu tepla U

Tabulka B.2.1 Součinitel prostupu tepla podlahou

PODLAHA	d (m)	λ_u (W/m·K)	R_j (m ² ·K/W)	θ_j (°C)
Laminátová podlaha	0,03	0,41	0,073	19,75
Tlumící podložka	0,02	0,38	0,053	19,7
PE FOLIE	0,002	0,35	0,006	19,68
TI Stabil polystyren	0,2	0,039	5,128	0,69
Železobetonová deska	0,2	1,43	0,140	0,18
Separční vrstva VEDAFLOOR	0,005	0,82	0,006	0,16
Geotextilie VEDAFLOOR SSV 300	0,002	0,43	0,005	0,07
Hydroizolace AI G200 S4 mastek	0,005	0,21	0,024	0,05
Hydroiz. PYE G200 S4 mastek	0,004	0,21	0,019	0,02
$R_{si} = 0,17 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$R = 5,39 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$	
$R_{se} = 0,00 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$U = 0,18 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	

Tabulka B.2.2 Součinitel prostupu tepla střešní konstrukcí

STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	d (m)	λ_u (W/m·K)	R_j (m ² ·K/W)	θ_j (°C)
Železobeton	0,22	1,43	0,154	19,75
Glastek AI mineral 40	0,004	0,21	0,019	19,11
EPS 150 S	0,3	0,033	9,091	-11,45
Netkaná geotextilie FILTEK 300	0,001	0,43	0,002	-11,62
Folie DEKPLAN 77	0,002	0,16	0,013	-11,87
$R_{si} = 0,1 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$R = 9,56 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$	
$R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$U = 0,1 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	

Tabulka B.2.3 Součinitel prostupu tepla nosnou stěnou

S01 - STNĚNA NOSNÁ	d (m)	λ_u (W/m·K)	R_j (m ² ·K/W)	θ_j (°C)
Železobeton	0,3	1,43	0,210	19,75
TI deska AIROCK HD	0,24	0,035	6,857	-11,15
Parozábrana	0,003	0,45	0,007	-11,45
Vzduchová mezera				
Dřevěný obklad				
$R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$R = 7,09 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$	
$R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$U = 0,14 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	

Tabulka B.2.4 Součinitel prostupu tepla nosnou stěnou na styku se zeminou

S02 - STĚNA NOSNÁ	d (m)	λ_u (W/m·K)	R_j (m ² ·K/W)	θ_j (°C)
Železobeton	0,3	1,43	0,210	19,05
Penetrace	0,001	0,52	0,002	19
TI EPS	0,18	0,035	5,143	0,3
Hydroizolace	0,003	0,16	0,019	0,1
$R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$R = 5,63 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$	
$R_{se} = 0,00 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$U = 0,18 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	

Tabulka B.2.5 Součinitel prostupu tepla nosnou vnitřní stěnou

S03 – STĚNA NOSNÁ	d (m)	λ_u (W/m·K)	R_j (m ² ·K/W)	θ_j (°C)
Železobeton	0,3	1,43	0,210	19,04
TI EPS	0,12	0,039	3,077	10,37
Vápenocementová omítka	0,002	0,99	0,002	10,37
$R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$R = 3,29 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$	
$R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$U = 0,25 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	

Tabulka B.2.6 Součinitel prostupu tepla nosnou vnitřní stěnou

SN2 – nosná	d (m)	λ_u (W/m·K)	R_j (m ² ·K/W)	θ_j (°C)
Železobeton	0,2	1,43	0,140	21,5
$R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$R = 0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$	
$R_{se} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$U = 2,5 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	

Tabulka B.2.7 Součinitel prostupu tepla příčkou

SN1 – PŘÍČKA	d (m)	λ_u (W/m·K)	R_j (m ² ·K/W)	θ_j (°C)
Vápenocementová omítka	0,02	0,99	0,020	23,03
HELUZ 240x115x113	0,115	0,83	0,139	21,57
Vápenocementová omítka	0,02	0,99	0,020	21,36
$R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$R = 0,18 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$	
$R_{se} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$			$U = 2,28 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	

B.2.3 Výpočet ze softwaru - Ztráty 2010

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	
Číslo místnosti :	113	Název místnosti :	N - Technick
Pūd. plocha A :	12.0 m ²	Objem vzduchu V :	23.0 m ³
Exp. obvod P :	6.3 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V _{su} :	0.0 m ³ /h
Odvod V _{ex} :	0.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu :	21.0 C
Výměna n ₅₀ :	0.6 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Střecha	12.0	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.44 W/K
S02 - Zemina	23.1	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	1.62 W/K
Podlaha	12.0	0.15	Gw= 1.00	-----	0.11	0.70 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.39 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 120 W, tj. 4.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 99 W, tj. 5.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 219 W, tj. 4.5 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	
Číslo místnosti :	111	Název místnosti :	N - Spíž
Pūd. plocha A :	3.4 m ²	Objem vzduchu V :	7.8 m ³
Exp. obvod P :	0.9 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V _{su} :	0.0 m ³ /h
Odvod V _{ex} :	0.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu :	21.0 C
Výměna n ₅₀ :	1.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Střecha	3.4	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.41 W/K
SO2 Zemina	3.2	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.22 W/K
Podlaha	3.4	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.23 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.39 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 27 W, tj. 0.9 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 34 W, tj. 1.8 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 61 W, tj. 1.3 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží :
Číslo místnosti : 110 Název místnosti : Pracovna
Půd. plocha A : 11.3 m² Objem vzduchu V : 22.0 m³
Exp. obvod P : 7.3 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 15.0 m³/h
Odvod V_{ex} : 15.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 21.0 C
Výměna n₅₀ : 0.6 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Střecha	11.3	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.35 W/K
SO2 Zemina	26.9	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	1.88 W/K
podlaha	11.3	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.75 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.37 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 127 W, tj. 4.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 90 W, tj. 4.9 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 217 W, tj. 4.5 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží :
Číslo místnosti : 109 Název místnosti : Obývací pokoj
Půd. plocha A : 63.9 m² Objem vzduchu V : 150.8 m³
Exp. obvod P : 17.5 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 130.0 m³/h
Odvod V_{ex} : 140.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 21.0 C
Výměna n₅₀ : 0.6 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
S01	14.0	0.14	e = 1.00	0.02	-----	2.25 W/K
O1 Pevné	21.6	0.70	e = 1.15	0.02	-----	17.88 W/K
O2 Posuvné	2.9	0.80	e = 1.15	0.02	-----	2.72 W/K
Střecha	63.9	0.10	e = 1.00	0.02	-----	7.67 W/K
Podlaha	63.9	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	4.25 W/K
SO2 Zemina	21.0	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	1.47 W/K
SO2	5.3	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.35 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.37 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 1171 W, tj. 39.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 604 W, tj. 32.9 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 1775 W, tj. 36.7 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží :
Číslo místnosti : 106 Název místnosti : Pokoj
Půd. plocha A : 17.6 m² Objem vzduchu V : 45.0 m³
Exp. obvod P : 8.4 m Počet na podlaží : 1
Teplota Ti : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk Fi,z : 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu Vsu : 30.0 m³/h
Odvod Vex : 30.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 21.0 C
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
S01	23.0	0.14	e = 1.00	0.02	-----	3.68 W/K
O2 Posuvné	4.3	0.80	e = 1.00	0.02	-----	3.54 W/K
Střecha	17.6	0.10	e = 1.00	0.02	-----	2.11 W/K
Podlaha	17.6	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	1.17 W/K
SO2	3.8	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.25 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.37 1/h

Ztráta prostupem Fi,T : 344 W, tj. 11.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V : 183 W, tj. 10.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL : 527 W, tj. 10.9 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží :
Číslo místnosti : 107 Název místnosti : Pokoj
Půd. plocha A : 17.0 m² Objem vzduchu V : 45.0 m³
Exp. obvod P : 4.2 m Počet na podlaží : 1
Teplota Ti : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk Fi,z : 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu Vsu : 30.0 m³/h
Odvod Vex : 30.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 21.0 C
Výměna n50 : 0.6 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
SO1	9.3	0.14	e = 1.00	0.02	-----	1.49 W/K
O2 Posuvné	4.3	0.80	e = 1.15	0.02	-----	4.07 W/K
Střecha	17.0	0.10	e = 1.00	0.02	-----	2.04 W/K
Podlaha	17.0	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	1.13 W/K
SO2	1.9	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.13 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.37 1/h

Ztráta prostupem Fi,T : 284 W, tj. 9.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V : 183 W, tj. 10.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL : 467 W, tj. 9.7 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží :
Číslo místnosti : 105 Název místnosti : Ložnice
Půd. plocha A : 23.0 m² Objem vzduchu V : 45.7 m³
Exp. obvod P : 11.6 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 50.0 m³/h
Odvod V_{ex} : 50.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 21.0 C
Výměna n50 : 0.6 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
S01	33.8	0.14	e = 1.00	0.02	-----	5.41 W/K
O2 Posuvné	2.4	0.80	e = 1.15	0.02	-----	2.26 W/K
O1 Pevné	1.6	0.70	e = 1.15	0.02	-----	1.32 W/K
Střecha	23.0	0.10	e = 1.00	0.02	-----	2.76 W/K
podlaha	23.0	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	1.53 W/K
S02 Zemina	5.2	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.35 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.36 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 436 W, tj. 14.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 179 W, tj. 9.8 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 616 W, tj. 12.7 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží :
Číslo místnosti : 104 Název místnosti : Šatna
Půd. plocha A : 6.8 m² Objem vzduchu V : 14.3 m³
Exp. obvod P : 1.7 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 0.0 m³/h
Odvod V_{ex} : 0.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 21.0 C
Výměna n50 : 1.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
SO1	5.5	0.14	e = 1.00	0.02	-----	0.88 W/K
Střecha	6.8	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.82 W/K
Podlaha	6.8	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.46 W/K
SO2 Zem	0.8	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.05 W/K
SN1	8.9	2.28	f _i = -0.13	0.00	-----	-2.54 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.39 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : -10 W, tj. -0.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 61 W, tj. 3.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 51 W, tj. 1.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží :
Číslo místnosti : 103 Název místnosti : Wc
Půd. plocha A : 2.6 m² Objem vzduchu V : 5.4 m³
Exp. obvod P : 0.0 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 0.0 m³/h
Odvod V_{ex} : 70.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 21.0 C
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Střecha	2.6	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.31 W/K
Podlaha	2.6	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.17 W/K
SN1	5.3	2.28	f _i = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
SN2	2.3	2.50	f _i = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.39 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 15 W, tj. 0.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 23 W, tj. 1.3 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 39 W, tj. 0.8 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží :
Číslo místnosti : 102 Název místnosti : Koupelna
Půd. plocha A : 14.0 m² Objem vzduchu V : 29.0 m³
Exp. obvod P : 2.5 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 24.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 0.0 m³/h
Odvod V_{ex} : 70.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 21.0 C
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
S01	8.1	0.14	e = 1.00	0.02	-----	1.30 W/K
Střecha	14.0	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.68 W/K
podlaha	14.0	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	1.11 W/K
SO2 Zem	1.1	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.09 W/K
SN1	3.7	2.28	f _i = 0.11	0.00	-----	0.92 W/K
SN2	21.6	2.50	f _i = 0.11	0.00	-----	6.00 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.39 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 400 W, tj. 13.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 140 W, tj. 7.6 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 540 W, tj. 11.2 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží :
Číslo místnosti : 101 Název místnosti : Chodba
Pūd. plocha A : 14.9 m² Objem vzduchu V : 35.0 m³
Exp. obvod P : 5.4 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 0.0 m³/h
Odvod V_{ex} : 25.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 21.0 C
Výměna n₅₀ : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
SO1	0.8	0.14	e = 1.00	0.02	-----	0.13 W/K
Dveře	4.1	0.90	e = 1.15	0.02	-----	4.28 W/K
Střecha	14.9	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.79 W/K
SO2	0.7	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.05 W/K
Podlaha	14.9	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.99 W/K
SO3	10.4	0.25	bu= 0.29	0.00	-----	0.76 W/K
Dveře Gar	1.6	1.70	bu= 0.29	0.00	-----	0.79 W/K
SN2	14.7	2.50	f,i =-0.13	0.00	-----	-4.59 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.39 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 134 W, tj. 4.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 150 W, tj. 8.2 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 285 W, tj. 5.9 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží :
Číslo místnosti : 108 Název místnosti : Chodba
Pūd. plocha A : 7.5 m² Objem vzduchu V : 20.0 m³
Exp. obvod P : 0.0 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 0.0 m³/h
Odvod V_{ex} : 0.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 21.0 C
Výměna n₅₀ : 1.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Strop	7.5	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.90 W/K
Podlaha	7.5	0.18	Gw= 1.00	-----	0.13	0.50 W/K
SO2	9.2	2.50	f,i =-0.13	0.00	-----	-2.88 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.39 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : -47 W, tj. -1.6 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 86 W, tj. 4.7 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 39 W, tj. 0.8 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem F_{i,T} : 3002 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 1833 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 4835 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty objektu

ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -12.0 C

Označ. p./č.m.	Název místnosti	Tep- lota T_i	Vytápěná plocha $A_f[m^2]$	Objem vzduchu $V [m^3]$	Celk. ztráta $F_{iHL}[W]$	% z celk. F_{iHL}	Podíl $F_{iHL}/(T_i-T_e)$ [W/K]
1/ 113	N - Technick	20.0	12.0	23.0	219	4.5%	6.85
1/ 111	N - Spíž	20.0	3.4	7.8	61	1.3%	1.91
1/ 110	N - Pracovna	20.0	11.3	22.0	217	4.5%	6.78
1/ 109	Obývací pok	20.0	63.9	150.8	1775	36.7%	55.46
1/ 106	Pokoj	20.0	17.6	45.0	527	10.9%	16.48
1/ 107	Pokoj	20.0	17.0	45.0	467	9.7%	14.59
1/ 105	Ložnice	20.0	23.0	45.7	616	12.7%	19.25
1/ 104	N - Šatna	20.0	6.8	14.3	51	1.1%	1.59
1/ 103	N - Wc	20.0	2.6	5.4	39	0.8%	1.21
1/ 102	Koupelna	24.0	14.0	29.0	540	11.2%	15.00
1/ 101	N - Chodba	20.0	14.9	35.0	285	5.9%	8.90
1/ 108	N - Chodba	20.0	7.5	20.0	39	0.8%	1.21
Součet:			194.2	443.0	4835	100.0%	149.22

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 4.835 kW 100.0 %**Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$ **3.002 kW** 62.1 %Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$ **1.833 kW** 37.9 %**Tep. ztráta prostupem:**

			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Střecha	0.603 kW	12.5 %	186.6 m ²	3.2 W/m ²
S02 - Zemina	0.052 kW	1.1 %	23.1 m ²	2.2 W/m ²
Podlaha	0.307 kW	6.4 %	145.9 m ²	2.1 W/m ²
SO2 Zemina	0.114 kW	2.4 %	51.0 m ²	2.2 W/m ²
podlaha	0.113 kW	2.3 %	48.3 m ²	2.3 W/m ²
S01	0.358 kW	7.4 %	79.0 m ²	4.5 W/m ²
O1 Pevné	0.598 kW	12.4 %	23.2 m ²	25.8 W/m ²
O2 Posuvné	0.393 kW	8.1 %	13.9 m ²	28.2 W/m ²
SO2	-0.067 kW	-1.4 %	20.9 m ²	-3.2 W/m ²
SO1	0.070 kW	1.5 %	15.7 m ²	4.5 W/m ²
S02 Zemina	0.011 kW	0.2 %	5.2 m ²	2.1 W/m ²
SO2 Zem	0.005 kW	0.1 %	1.9 m ²	2.6 W/m ²
SN1	-0.048 kW	-1.0 %	17.9 m ²	-2.7 W/m ²
SN2	0.069 kW	1.4 %	38.6 m ²	1.8 W/m ²
Dveře	0.134 kW	2.8 %	4.1 m ²	33.1 W/m ²
SO3	0.024 kW	0.5 %	10.4 m ²	2.3 W/m ²
Dveře Gar	0.025 kW	0.5 %	1.6 m ²	15.8 W/m ²
Strop	0.024 kW	0.5 %	7.5 m ²	3.2 W/m ²
Tepelné vazby	0.216 kW	4.5 %	---	---

PARAMETRY BUDOVY PODLE STARŠÍCH PŘEDPISŮ:

Celková tepelná charakteristika budovy - ČSN 730540 (1994):

 $q_{c} = 0.21 \text{ W/m}^3\text{K}$

Spotřeba energie na vytápění - STN 730540, Zmena 5 (1997):

 $E1 = 15.15 \text{ kWh/m}^3, \text{rok}$

PŘÍBLIŽNÁ MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE STN 730540 (2002):

Uvažované hodnoty :	- obestavěný objem V_b =	727.10 m ³
	- průměr. vnitřní teplota T_i =	20.3 C
	- vnější teplota T_e =	-12.0 C
	- násobnost výměny n =	0,5 1/h
	- prům. výkon int. zdrojů tepla =	4 W/m ²
	- propustnost oken g =	0,5
	- energie slun. záření =	200 kWh/m ² ,a

Uvedená propustnost a energie slunečního záření se uvažují pro všechna okna vzhledem k tomu, že součástí zadání není popis orientací oken a jejich propustností.

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Q_t :	7589 kWh/a
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním Q_v :	7880 kWh/a
Přibližný tepelný zisk ze slunečního záření Q_s :	2059 kWh/a
Přibližný tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla Q_i :	3885 kWh/a
Výsledná potřeba tepla na vytápění Q_h :	9822 kWh/a

Vypočtená přibližná měrná potřeba tepla E_1 = 13.51 kWh/m³,rok

PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY:

Celk.souč.tep.ztráty (ustálený měrný tep.tok) prostupem H,T :	110.2 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy A :	629.2 m ²
Limit odvozený z U_{req} dílčích konstrukcí... $U_{em,lim}$:	0.38 W/m ² K
<u>Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}</u>	<u>0.18 W/m²K</u>

B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Tabulka B.3.1 Hlavička energetického štítku

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Rodinný dům Lhotka u Zlína, 756 23 438/35
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Telefon / E-mail	
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	727,1 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	629,4 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,87 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im} Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	20 °C -12,0 °C

Tabulka B.3.2 jednotlivé parametry budovy a výsledné hodnota štítku

	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	b	H _T	A	U	b	H _T
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]		[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]	
SO1 ŽB+Ti	90,39	0,30	1,00	27,12	90,39	0,14	1,00	12,65
SO2 Gar	10,43	1,30	0,29	3,93	10,43	0,25	0,29	0,76
SO3 Zem	92,54	0,45	0,57	23,74	92,54	0,18	0,57	9,49
celkem obvodové stěny po odečtení výplně otvorů	193,36			0,00	193,36			0,00
O1 pevné	23,20	1,50	1,00	34,80	23,20	0,70	1,00	16,24
O2 posuvné	14,16	1,50	1,00	21,24	14,16	0,80	1,00	11,33
DO	4,05	1,70	1,00	6,89	4,05	0,90	1,00	3,65
D Gar	1,60	3,50	0,29	1,62	1,60	1,70	0,29	0,79
STŘ	196,50	0,24	1,00	47,16	196,50	0,10	1,00	19,65
PDL	196,50	0,45	0,57	50,40	196,50	0,18	0,57	20,16
Celkem	629,37			216,90	629,37			94,72
Tepelné vazby		629,37 x 0,02		12,59	629,37 x 0,02			12,59
Celková měrná ztráta pro- stupem tepla				229,48				107,31
Průměrný součinitel prostu- pu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5		max. U _{em} pro A/V 0,42		požadovaná hodnota:	107,31/629,37			
		229,48/629,37+0,02=		0,38				0,17
		75% z požadované hodnoty 0,38*0,75=		doporučená hodnota:				Vyhovuje
				0,28				
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,17/0,38 =	0,44	Třída A – Velmi úsporná		

Tabulka B.3.3 Hranice klasifikačních tříd štítku

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	107,31
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,17
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m ² ·K)	0,28
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m ² ·K)	0,38

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,50	0,5. $U_{em,N}$	0,19
B	0,75	0,75. $U_{em,N}$	0,285
C	1,0	1. $U_{em,N}$	0,38
D	1,5	1.5. $U_{em,N}$	0,57
E	2,0	2. $U_{em,N}$	0,76
F	2,5	2,5. $U_{em,N}$	0,95
G	> 2,5	> 2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikace: A – Velmi úsporná

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a EN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Rodinný dům, Lhotka u Zlína, p.č. 438/35, 756 23				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 196,5\text{m}^2$				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná			<div><div>0,44</div></div>	<div><div>CI_v</div></div>	
0,5	<div><div>A</div></div>					
	<div><div>B</div></div>					
0,75	<div><div>C</div></div>					
1,0	<div><div>D</div></div>					
1,5	<div><div>E</div></div>					
2,0	<div><div>F</div></div>					
2,5	<div><div>G</div></div>					
Mimořádně ne hospodárná						
klasifikace				A		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $U_{em} = H_T/A$				0,20	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				0,38	-	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,19	0,285	0,38	0,57	0,76	0,95

Tabulka B.3.4 Energetický štítek obálky budovy

B.4 NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH

Vytápění objektu je řešeno pomocí podlahových konvektorů Licon. K tomuto systému se přikláním jednak díky dobré regulaci a také z důvodu rizika rosení velkých francouzských oken. Konvektory budou umístěny právě pod nimi. Další výhodou je, že systém využívá k ohřevu místnosti proudění a nikoliv sálání, jak je tomu u běžných radiátorů. Jednotlivé konvektory jsou kryty dřevěnou mřížkou, která ubírá účinnosti o 5 %.

V koupelně je instalováno trubkové otopné těleso Koralux Rondo Max – M. Je doplněno elektrickým topným tělesem (500 W), jelikož teplotní spád 45/35 °C nedokáže pokrýt tepelnou ztrátu místnosti.

Dalším přídatným prvkem je dohřívací zařízení na přívodní větvi nuceného větrání. To je umístěno v technické místnosti a částečně nám zvedá potřebu tepla na vytápění (na 5,8 kW). Atrea-TPO EC THV je navrženo pomocí výpočetního softwaru přímo od firmy Atrea.

Tabulka B.4.1 Návrh výkonů jednotlivých konvektorů Licon

Číslo místnosti	Účel místnosti	ti	TZ místnosti (W)	Typ otopného tělesa	Výkon otopného tělesa	Součinitele z1xz2xz3			Skutečný výkon
102	Koupelna	24	847	Koralux Rondo max - M	860	1	1	1	860
105	Ložnice	20	616	Licon PKOC - 120/11/34	730	0,95	1	1	694
106	Pokoj	20	527	Licon PKOC - 160/11/20	621	0,95	1	1	590
107	Pokoj	20	467	Licon PKOC - 160/11/28	545	0,95	1	1	518
109	Obývací Pokoj	20	1775	Licon PKOC - 200/8/16	1880	0,95	1	1	1786
113	Technická místnost	20		Atrea -TPO EC THV	1340				1340
Teplotní spád	45 / 35 °C								4447

Tabulka B.4.2 Jednotlivé objednávací čísla konvektorů a podlahových mřížek

Číslo místnosti	Účel místnosti	Objednávací číslo	Počet	Přídavná položka objednávky	Počet
102	Koupelna	KRMM 1820.750	1	Z-KTR-0500	1
105	Ložnice	EXCLUSIVE PKOC – 120/11/34 -15U10PO – R1	1	PM-120/34-204P201-A	1
106	Pokoj	EXCLUSIVE PKOC – 160/11/20 -15U10PO – R1	1	PM-160/20-204P201-A	1
107	Pokoj	EXCLUSIVE PKOC – 160/11/28 -15U10LO – R1	1	PM-120/28-204P201-A	1
109	Obývací Pokoj	EXCLUSIVE PKOC – 200/8/16 -15U10LO – R1	5	PM-200/16-204P201-A	5
113	Technická místnost	A160214	1	ČIDLO – A142203	1

B.5 NÁVRH ZDROJE TEPLA

Jako hlavní zdroj tepla navrhují tepelné čerpadlo typu země-voda (svislý kolektor). Jedná se o typ NIEBE F1150. Tepelné čerpadlo je vybaveno integrovaným topným tělesem a kompresorem Scroll. Systém bude pracovat jako monoenergeticky bivalentní.

Výchozí parametry:

- Teplotní spád: 45/35°C
- Tepelná ztráta objektu: 4,84 kW
- Potřebný výkon: 5,8 kW (větší výkon je zapříčiněn dohřevem přiváděného vzduchu s menší účinností výměníku)
- Venkovní návrhová teplota: -12°C
- Vnitřní návrhová teplota: 20°C

B.5.1 Určení bodu bivalence

Jako první jsem si určil ekvitemní křivku. Tím jsem zjistil závislost topné vody na venkovní teplotě. Exponent n volím 1,3 pro konvektory.

Použité vzorce:

- Teplotní rozdíl (spád)

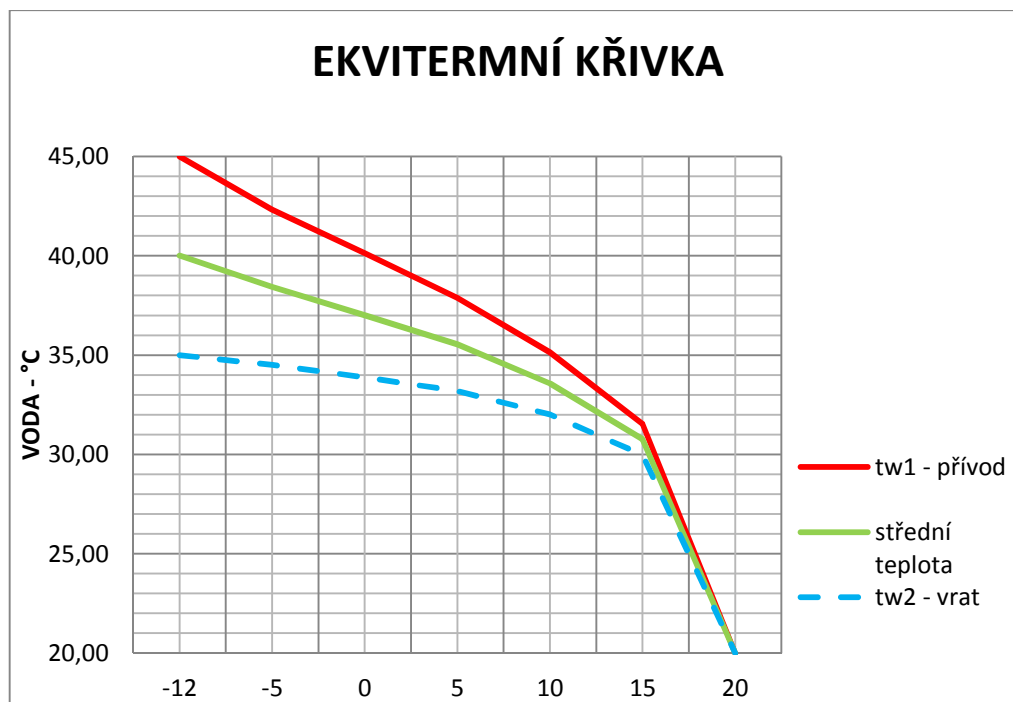
$$\Delta t = (t_{w1,max} - t_{w2,max}) \cdot \frac{t_e - t_i}{t_{e,min} - t_i} \quad [K] \quad (1.2)$$

- Střední teplota otopné vody

$$t_m = t_i + \left(\frac{t_{w1,max} + t_{w2,max}}{2} - t_i \right) \cdot \left(\frac{t_e - t_i}{t_{e,min} - t_i} \right)^{\frac{1}{n}} \quad [^{\circ}C] \quad (1.3)$$

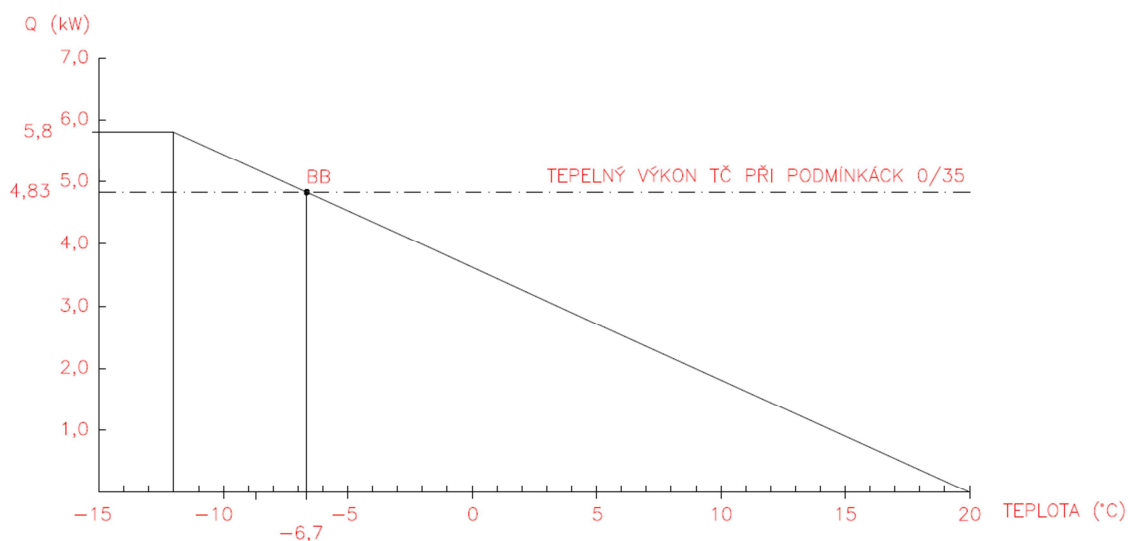
Tabulka B.5.1 Průběh teplot otopné vody v závislosti na venkovní teplotě

t_e	-12	-5	0	5	10	15	20
t_{w1}	45,00	42,33	40,14	37,88	35,13	31,55	20,00
t_m	40,00	38,42	37,01	35,54	33,57	30,77	20,00
t_{w2}	35,00	34,51	33,89	33,20	32,01	29,99	20,00
Δt	10,00	7,81	6,25	4,69	3,13	1,56	0,00



Obrázek B.5.1 Ekvitermní křivka

Výkon tepelného čerpadla jsem navrhoval podle podmínek 0/35 z materiálů od výrobce. Tato výchozí hodnota je standartní pro návrh na teplotní spád 45/35 °C. Výkon 4,83 kW jsem uvažoval konstantní.



Obrázek B.5.2 Bod bivalence tepelného čerpadla

Bod bivalence volím na -6,7°C, od této hranice bude zapnut elektrický integrovaný zdroj tepla.

B.5.2 Dimenzování primárního okruhu tepelného čerpadla

Vstupní hodnoty:

- Výkon TČ = 4,83 kW
- Příkon = 1,09 kW
- COP = 4,44

(Energetické parametry měřeny dle normy EN 14511)

Chladicí výkon:

$$Q_{CHL} = Q_{TOP} - P = 4830 - 1090 = 3740 [W] \quad (1.4)$$

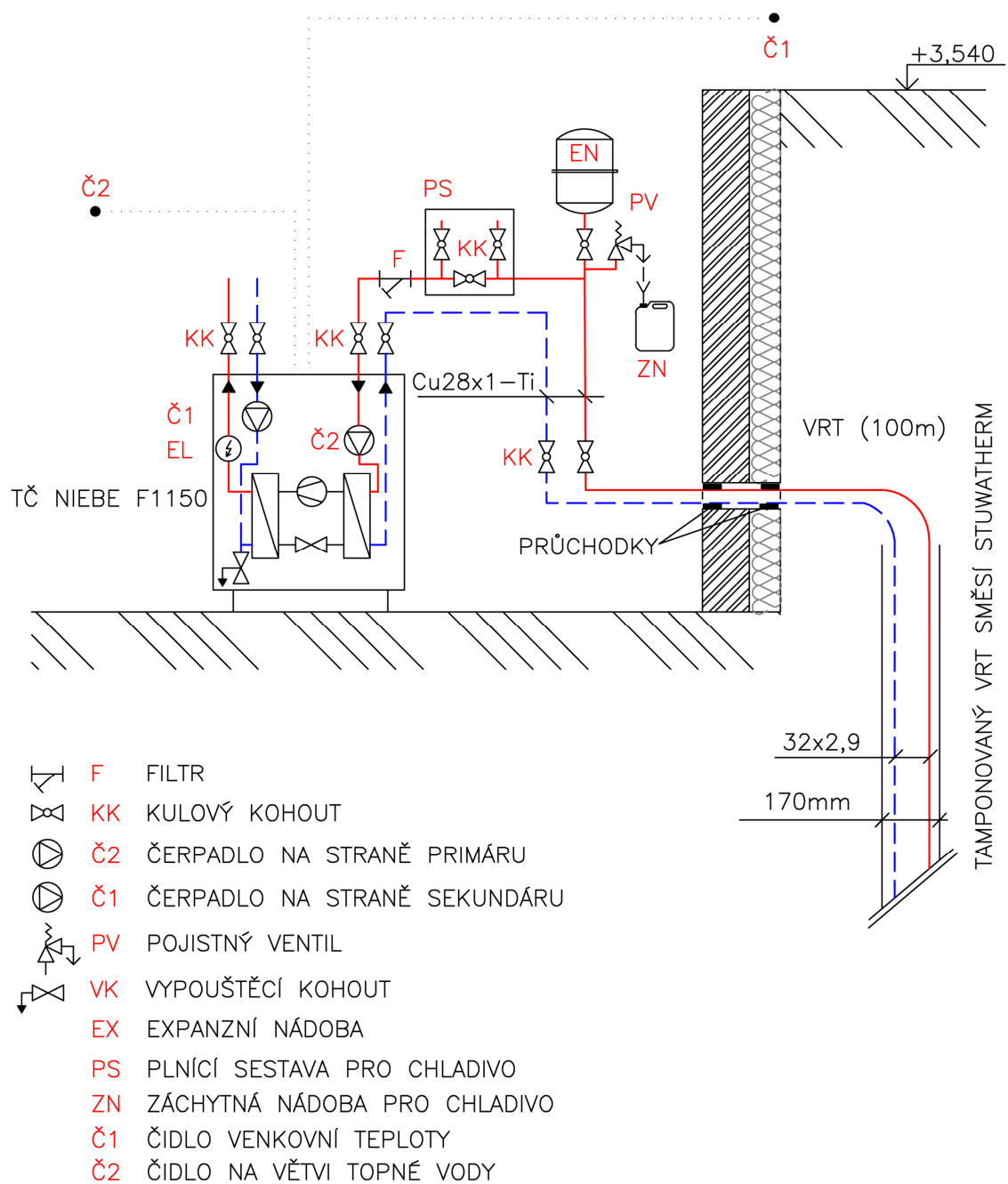
Hloubka vrtu:

$$H = \frac{Q_{CHL}}{q} = \frac{3740}{50} = 75 [m] \quad (1.5)$$

Měrný tepelný výkon jímání zeminy uvažuji $q = 50$ (W/m). Tato hodnota odpovídá normální pevné hornině nebo nasycenému sedimentu. Konečnou hloubku vrtu však navrhuji 100 m a to z důvodu rizika ztráty účinnosti v čase.

Část primárního okruhu tepelného čerpadla, která vede v kotelně, je zhotoveno z měděného potrubí s tepelnou izolací tloušťky 20mm. Jednotlivé komponenty (kulové kohouty, plnicí sestava, expanzní nádoba a čidla) jsou součástí sestavy tepelného čerpadla. Dále je v kotelně zhotoven přechod na potrubí HPDE, které tvoří exteriérovou část primáru. Průchod potrubí stěnou je tvořen tzv. průchodkami, které zabraňují přenosu vibrací do konstrukce a pečlivě zaizolován z důvodu tepelného mostu. Pro spojení horizontální a svislé části kolektoru, je využita přirozená ohebnost potrubí. Zde je potřeba dbát zvýšené pozornosti při provádění prací z důvodu pozdějšího sedání zeminy. Samotný vrt je široký 170mm. Po celé své délce je tampingován injektážní směsí Stuwatherm. Dvoutrubková sonda ve je zajištěna vymezovacími díly, které jsou co dva metry. Dílce nám zajišťují ustálenou polohu sondy a stálou výkonost po celé délce.

Vrt splňuje požadavky hydrogeologa a také Povodí Moravy. Zároveň není potřeba žádat o vyjádření báňský úřad, jelikož vrt nepřesahuje hloubku 100 m.



Obrázek B.5.3 Schéma zapojení primárního okruhu tepelného čerpadla

B.6 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ

B.6.1 Tlakové ztráty na potrubí a stupeň přednastavení

Dimenzování provádím hydraulickým výpočtem. Při návrhu jsem vycházel z doporučených rychlostí u přípojky k otopnému tělesu (min. $w=0,15$ m/s). Navrhované rozvodné potrubí je z mědi. Většina rozvodů je vedena ve vrstvě tepelné izolace podlahy. Pro hydraulické vyvážení soustavy jsou využity termostatické ventily a šroubení od firmy IVAR. Jednotlivé stupně přednastavení jsou uvedeny v tabulce dimenzování.

Použité vzorce

Ztráta třením:

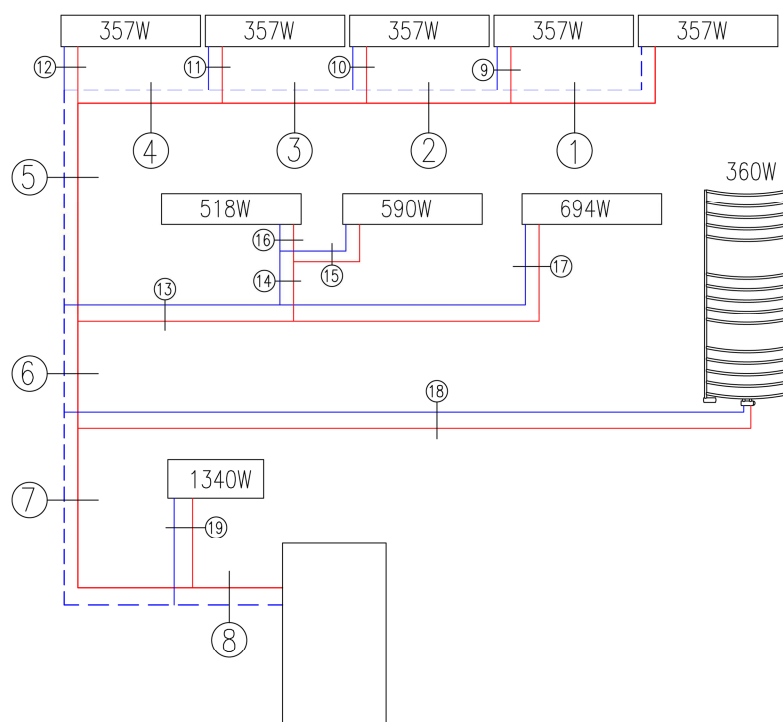
$$\Delta p_T = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \text{ [Pa]} \quad (1.6)$$

Místní ztráty:

$$\Delta p_O = \Sigma \xi \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \text{ [Pa]} \quad (1.7)$$

Celkové ztráty:

$$\Delta p = \Delta p_T + \Delta p_O \text{ [Pa]} \quad (1.8)$$



Obrázek B.6.1 Schéma jednotlivých těles pro dimenzování

Tabulka B.6.1 Tlakové ztráty a stupeň přednastavení ventilů

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (dxt)	R (Pa/m)	w (m/s)	R x l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R \times l + Z + \Delta p_{RV}$	Δp_{DIS} (Pa)
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU												
1	357	31	4	10x1	56	0,172	224	5,4	94,9	275	594	594
2	714	61	4	12x1	100	0,219	400	1	24,0	0	424	1018
3	1071	92	4	15x1	58	0,19	232	1	18,1	0	250	1268
4	1430	123	4	15x1	95	0,26	380	0,6	20,3	0	400	1668
5	1786	154	8,6	15x1	140	0,324	1204	2,3	120,7	0	1325	2993
6	3588	309	2,4	18x1	158	0,43	379	1	92,5	0	472	3465
7	4447	382	11,2	18x1	255	0,525	2856	4,2	578,8	0	3435	6899
8	5792	498	2,8	22x1	140	0,444	392	3,5	345,0	0	737	7636

DIMENZOVÁNÍ K OTOPNÉMU TĚLESU - 02 - Č.M. 109												
9	357	31	0,4	10x1	56	0,172	22	4,3	78,6	120	221	373
NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ VENTILU U OT - 02												
TERMOSTATICKÝ VENTIL - 5 ŠROUBENÍ - 7												

DIMENZOVÁNÍ K OTOPNÉMU TĚLESU - 03 - Č.M. 109												
10	357	31	0,4	10x1	56	0,172	22	4,3	78,6	120	221	797
NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ VENTILU U OT - 03												
TERMOSTATICKÝ VENTIL - 4 ŠROUBENÍ - 7												

Tabulka B.6.2 Tlakové ztráty a stupeň přednastavení ventilů

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (dxt)	R (Pa/m)	w (m/s)	R x l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R \times l + Z + \Delta p_{RV}$	Δp_{DIS} (Pa)
DIMENZOVÁNÍ K OTOPNÉMU TĚLESU – 04 – Č.M. 109												
11	357	31	0,4	10x1	56	0,172	22	4,3	78,6	120	221	1047
NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ VENTILU U OT – 04												
TERMOSTATICKÝ VENTIL - 3 ŠROUBENÍ -7												

DIMENZOVÁNÍ K OTOPNÉMU TĚLESU – 05- Č.M. 109												
12	357	31	0,4	10x1	56	0,172	22	4,3	78,6	120	221	1447
NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ VENTILU U OT – 03												
TERMOSTATICKÝ VENTIL - 3 ŠROUBENÍ – 7												

DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												2993
13	1802	155	8,2	15x1	140	0,32	1148	2	102,4	0	1250	1743
14	1108	95	7,6	15x1	62	0,2	471	5	100,0	0	571	1172
15	590	51	4,6	12x1	75	0,184	345	5	99,6	160	605	567
NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ VENTILU U OT – 07 – Č.M. 106												
TERMOSTATICKÝ VENTIL - 6 ŠROUBENÍ – 9												

DIMENZOVÁNÍ K OTOPNÉMU TĚLESU – 06 – Č.M. 107												1172
16	518	45	1,2	12x1	60	0,161	72	4,3	70,7	130	273	899
NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ VENTILU U OT – 06												
TERMOSTATICKÝ VENTIL - 5 ŠROUBENÍ – 9												

Tabulka B.6.3 Tlakové ztráty a stupeň přednastavení ventilů

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (dxt)	R (Pa/m)	w (m/s)	R x l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	Δp_{rv} (Pa)	$R \times l + Z + \Delta p_{rv}$	Δp_{dis} (Pa)
DIMENZOVÁNÍ K OTOPNÉMU TĚLESU – 08 – Č.M. 105												1743
17	694	60	12	12x1	95	0,21	1140	6	147,3	220	1507	241
NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ VENTILU U OT – 08												
TERMOSTATICKÝ VENTIL - 6 ŠROUBENÍ – 9												
DIMENZOVÁNÍ K OTOPNÉMU TĚLESU – 09 – Č.M. 102												3465
18	360	31	3	10x1	90	0,172	270	13,5	214,7	120	605	2860
INTEGROVANÁ ARMATURA HM – STUPEŇ OTÁČEK PŘEDNASTAVENÍ = 0,5												
DIMENZOVÁNÍ K TEPLOVODNÍMU OHŘÍVAČI VZDUCHU – 10 – Č.M. 113												4499
19	1340	115	2,2	15x1	85	0,24	187	13,5	403,8	1200	1791	6290
NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ VENTILU U OT – 09												
TERMOSTATICKÝ VENTIL - 4 ŠROUBENÍ – 9												

B.6.2 Regulační šroubení a termostatické ventily

Rozvod potrubí bude spojen s ventily pomocí nerezové hadice, která je součástí balení konvektorů. Jednotlivé stupně přednastavení jsou uvedeny v tabulkách dimenzí.

Tabulka B.6.4 Výpis jednotlivých ventilů

Regulační šroubení – ROHOVÉ provedení

označení	závit	obj.č.	ks
IVAR.DS 302	½"	500652	5



Regulační šroubení – PŘÍMÉ provedení

označení	závit	obj.č.	ks
IVAR.DD 301	½"	500642	4



Termostatický ventil dvouregulační- PŘÍMÝ

označení	závit	obj.č.	ks
IVAR.VD 2101N	½"	500459	4

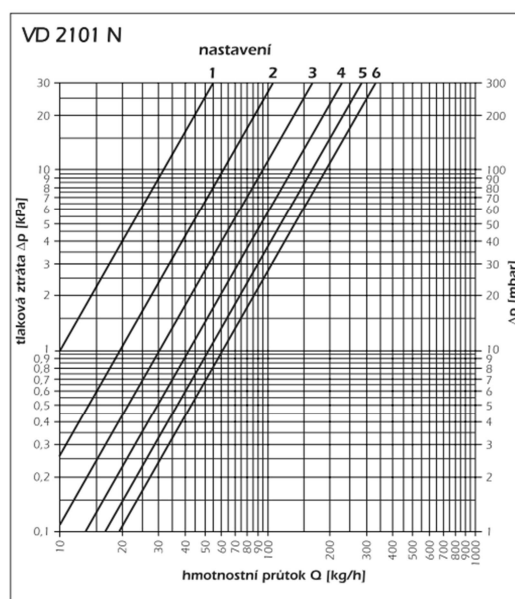
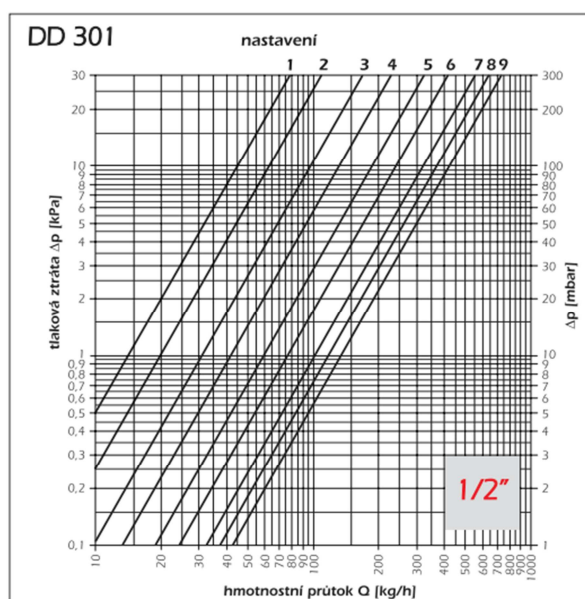


Termostatický ventil dvouregulační- ROHOVÝ

označení	závit	obj.č.	ks
IVAR.VS 2102N	½"	500513	5



Obrázek B.6.2 Tabulka se stupni přednastavení šroubení a termostatického ventilu v rohovém provedení

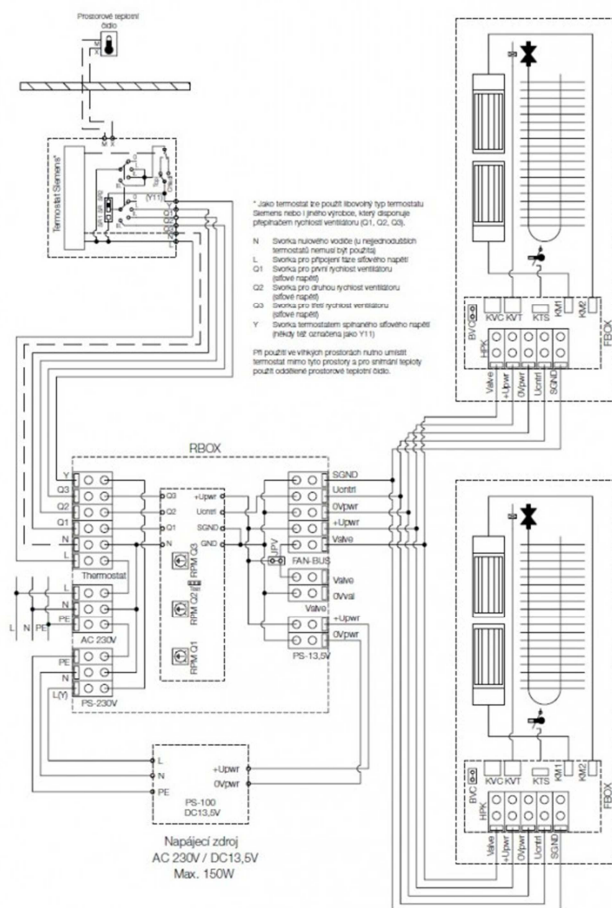


B.6.3 Elektroregulace konvektorů

Pro regulaci otopné soustavy volím jednu z variant nabízených přímo u výrobce těles Licon. Hlavním prvkem je termostat Siemens RDG 100T, který bude umístěn v obývacím pokoji. Ten bude vyhodnocovat teplotu v interiéru a řídit dle potřeby otáčky ventilátoru v konvektoru. Dále bude pomocí termopohonu řídit uzavírání a otevírání jednotlivých těles.

Tabulka B.6.5 Prvky elektroregulace konvektorů

Elektroregulace konvektorů Licon		
Prvek regulace	obj.č.	ks
Termostat Siemens RDG 100T	60100	1
Prostorové teplotní čidlo QAA32	60032	1
R-box	65001	1
Termopohon	2300	8
Termostatycké hlavice	65068	8
Chránička ϕ 20mm		26 m



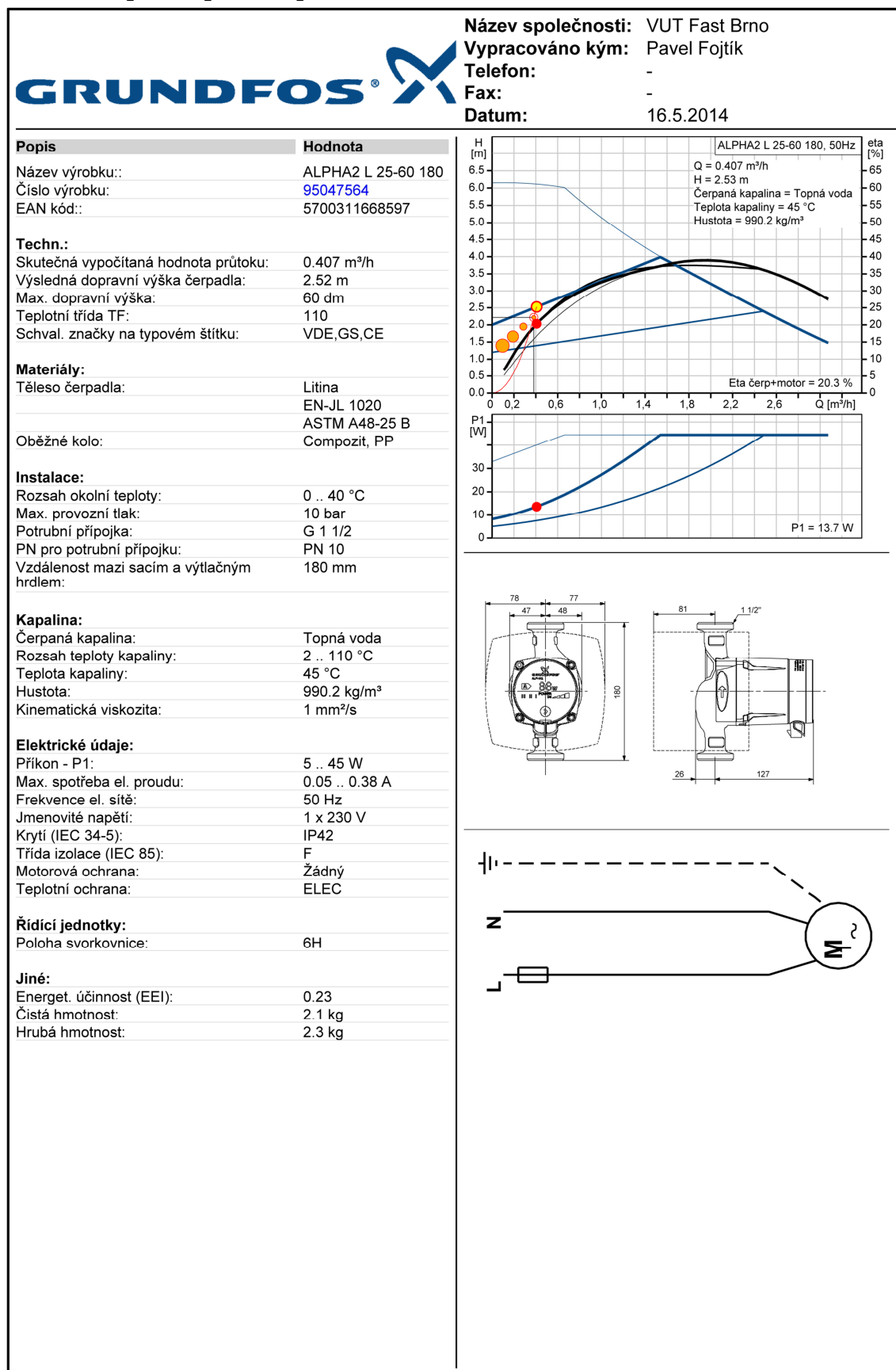
Obrázek B.6.3 Schéma zapojení regulace

B.7 NÁVRH ČERPADEL

Do soustavy navrhují dvě čerpadla. První čerpadlo je určené pro otopnou soustavu, to druhé pro větev ohřevu vzduchu v nuceném větrání. Obě jsou navržena pomocí aplikace Webcaps od firmy Grundfos.

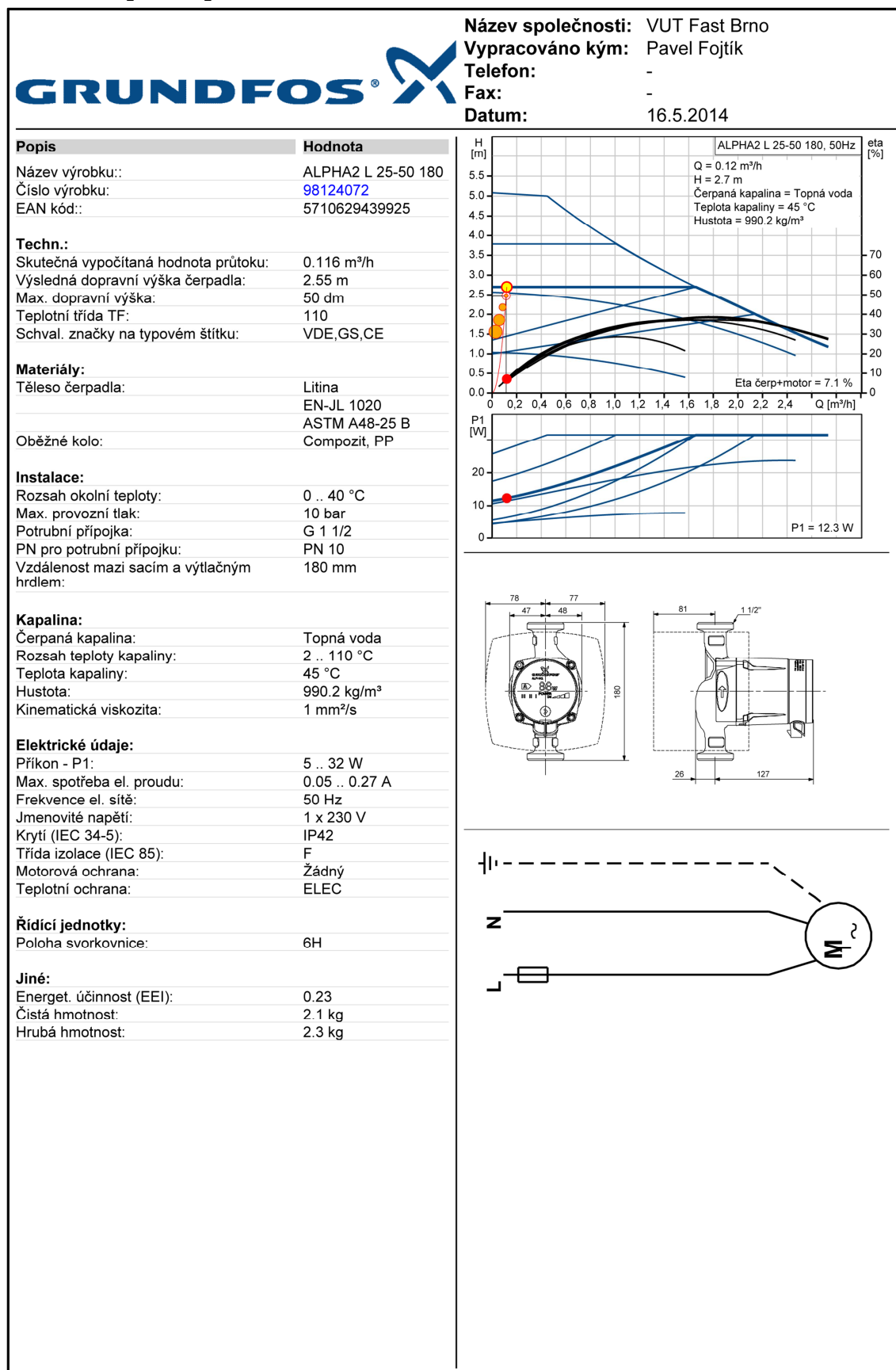
V technické místnosti se objevují další tři čerpadla (solární stanice, tepelné čerpadlo strana primární a sekundární), ty jsou však součástí dodávaných sad přímo od výrobců.

B.7.1 Čerpadlo pro otopná tělesa



Obrázek B.7.1 Návrh oběhového čerpadla pro otopná tělesa

B.7.2 Čerpadlo pro dohřev vzduchu



Obrázek B.7.2 Návrh oběhového čerpadla pro teplovodní ohřivač nuceného větrání

B.8 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

B.8.1 Expanzní nádoba

Výpočet tlakové expanzní nádoby provádím dle ČSN 06 00830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení. Díky výpočtu zjistím navýšení objemu vody v celé soustavě během zvyšování teploty v provozu.

Expanzní objem:

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n \quad (1.9)$$

- Objem vody v otopné soustavě $V_o = 0,517 \text{ m}^3$ (zásobník 500 l, tělesa a potrubí 17 l)
 - Koeficient tepelné roztažnosti $n = 0,0148$ (interpolovaná hodnota pro 45 °C)
- $$V_e = 9,95 \text{ l}$$

Předběžný objem expanzní nádoby:

$$V_{ep} = \frac{V_e (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} \quad (1.10)$$

- Předběžný nejvyšší provozní přetlak $p_{hp} = 350 \text{ kPa}$
- Nejnižší provozní přetlak $p_d = 30 \text{ kPa}$

$$p_{dDov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} (+\Delta p_z) = 25,54 \gg 30 \text{ kPa} \quad (1.11)$$

$$p_{hDov} \leq p_k - (h_{mr} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 378,4 \gg 350 \text{ kPa} \quad (1.12)$$

$$V_{ep} = 14 \text{ l}$$

Navrhuji expanzní nádobu s membránou **Reflex NG 18/6 (18 l)**.

Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 11,44 \gg 15 \times 1 \quad (1.13)$$

B.8.2 Návrh pojistného zařízení

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$A_0 = Q_p / (\alpha_v \cdot K) \text{ [mm}^2\text{]} \quad (1.14)$$

- Výtokový součinitel pojistného ventilu $\alpha_v = 0,2$
 - Konstanta závislá na přetlaku $K = 1,41$
- $$A_0 = 51 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu:

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{A_0}{\pi} \right)^{0,5} = 8,1 \text{ [mm}^2\text{]} \quad (1.15)$$

Průřez sedla skutečného pojistného ventilu:

$$d_0 = a \cdot d_i = 18,14 \text{ [mm}^2\text{]} \quad (1.16)$$

Profil pojistného potrubí:

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 18,37 \text{ [mm}^2\text{]} \quad (1.17)$$

Pojistný ventil DN 20 (rozhoduje vstupní pojistné potrubí), 3/4" x 1". Otevírací přetlak 350 kPa.

B.9 SOLÁRNÍ SYSTÉM

B.9.1 Návrh energetické bilance solárního systému

Sluneční energii budu využívat pro přehřev a přípravu teplé vody v objektu. Systém je dimenzován na pokrytí 70 % potřeby teplé vody za ideálních podmínek. Při nepříznivém počasí a v zimním období budu vodu dohřívát pomocí elektrické energie. Samotný výpočet byl proveden nejprve ručně dle Topenářské příručky 3 a poté podle softwaru Zelená úsporám 2013 (viz. Příloha).

Kolektory jsou orientovány na jižní stranu ve sklonu 45°. Jsou umístěny na střešní konstrukci v ocelovém rámu a pevně přikotveny. Navrhl jsem plochý vanový kolektor KPH1 od firmy Regulus v počtu čtyř kusů. Návrhovou oblast stanovuji Brno, která je nejbližší městu Zlín.

Vstupní parametry solární soustavy:

- Počet osob: **4**
- Spotřeba na osobu: **40 l**
- Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$: **160 l**
- Teplota studené vody t_{sv} : **10 °C**
- Teplota teplé vody t_{TV} : **55 °C**
- Optická účinnost kolektoru η_0 : **0,811**
- Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1 : **3,968 W/m²K**
- Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2 : **0,009 W/m²K**
- Plocha apertury solárního kolektoru A_{K1} : **1,991 m²**
- Celková plocha apertury A_K : **7,96 m²**
- Střední teplota v solárních kolektorech $t_{K,M}$: **50 °C**
- Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tepelných ztrát p : **0,2**
- Přirážka na tepelné ztráty solárního zásobníku z : **0,3**

Účinnost solárních kolektorů:

$$\eta_K = \eta_0 - \alpha_1 \cdot \frac{t_m - t_e}{G} \cdot \frac{(t_m - t_e)^2}{G} \quad (1.18)$$

Denní potřeba tepla na přípravu teplé vody:

$$Q_{TV,DEN} = (1 + z) \cdot \frac{V_{TV,den} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{TV} - t_{sv})}{3,6 \cdot 10^6} \quad [kWh/den] \quad (1.19)$$

Denní dávka na plochu dané orientace a sklonu:

$$H_{T,DEN} = \tau_{\gamma} \cdot H_{T,den,teor} + (1 - \tau_{\gamma}) \cdot H_{T,den,dif} \quad [kWh/m^2den] \quad (1.20)$$

Denní měrný tepelný zisk:

$$q_K = \eta_K \cdot H_{T,DEN} \quad [kWh/m^2den] \quad (1.21)$$

Měsíční teoretický využitelný tepelný zisk kolektorové plochy:

$$Q_{K,U} = 0,9 \cdot \eta_K \cdot n \cdot H_{T,Den} \cdot A_K \cdot (1 - p) \quad [kWh/měsíc] \quad (1.22)$$

Měsíční potřeby tepla pro přípravu TV:

$$Q_{p,TV,m} = n \cdot Q_{p,TV,Den} \quad [kWh/měsíc] \quad (1.23)$$

Využitelné tepelné zisky solární soustavy:

$$Q_{ss,u} = \min(Q_{k,u}, Q_{p,TV,m}) \quad [kWh/měsíc] \quad (1.24)$$

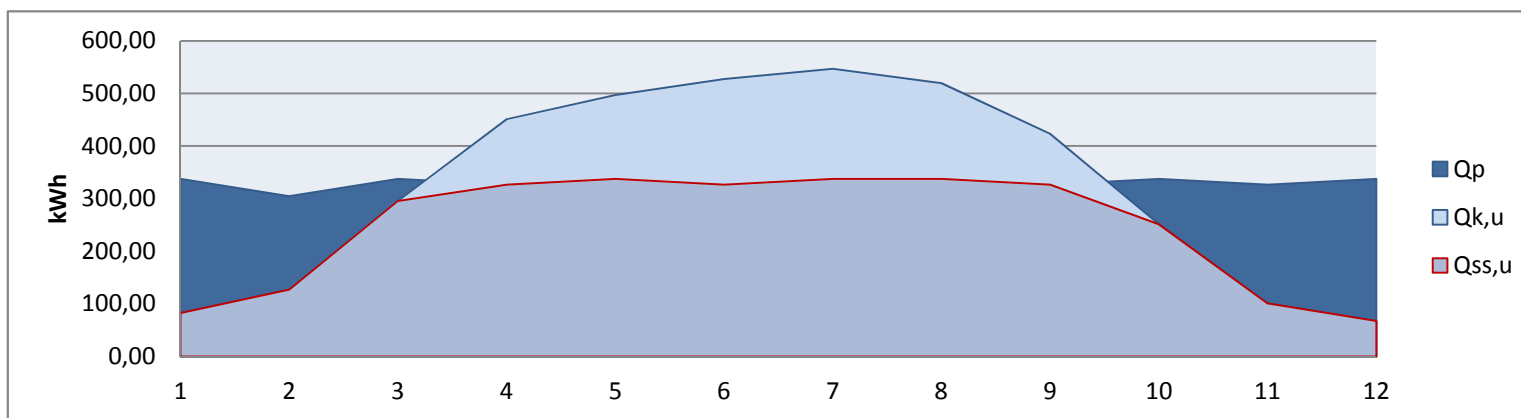
Základní hodnoty pro určení energetické bilance systému

Hodnoty beru pro lokalitu venkov.

- τ_R – poměrná doba slunečního svitu (Topenářská příručka, Příloha 10)
- $G_{T,STR}$ (W/m^2den) – střední intenzita slunečního záření (Topenářská příručka, Příloha 7)
- $H_{T,DEN,TEOR}$ (kWh/m^2den) – teoretická dávka ozáření dopadající za den na jednotku plochy (Topenářská příručka, Příloha 2)
- $H_{T,DEN,DIF}$ (kWh/m^2) – teoretická dávka difuzního ozáření dopadající za den na jednotku plochy (Topenářská příručka, Příloha 5)

Velikost akumulční nádoby volím 500 l. Vycházím ze softwaru pro program Zelená úsporám. Abych splnil podmínky dotace vychází zásobník 398l. Z důvodů větších přebytků v létě volím 500l.

Měsíc	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$H_{T,den,teor}$	kWh/m ² ·den	4,54	5,81	7,17	9,99	8,68	8,98	8,68	8,04	7,28	6,04	4,76	3,94	
$H_{T,den,dif}$	kWh/m ² ·den	0,37	0,53	0,8	1,12	1,39	1,54	1,51	1,29	0,97	0,67	0,44	0,34	
T_r		0,18	0,227	0,4	0,44	0,5	0,51	0,52	0,54	0,52	0,37	0,19	0,17	
$H_{T,den}$	kWh/m ² ·den	1,12	1,73	3,35	5,02	5,04	5,33	5,24	4,94	4,25	2,66	1,26	0,95	
t_{es}	°C	1,6	2,4	6	10,7	15,9	18,9	20,7	20,8	18	12,7	7,2	3,3	
t_e	°C	-2,1	-1	2,7	7,4	12,8	15,6	17,4	16,8	13,5	8,3	3,1	-0,4	
$G_{stř}$	W/m ²	539	593	611	588	570	559	554	565	586	575	537	496	
η_k	-	0,42	0,46	0,50	0,52	0,56	0,57	0,59	0,59	0,58	0,53	0,46	0,40	
q_k	kWh/m ² ·den	0,47	0,79	1,66	2,62	2,80	3,07	3,08	2,92	2,46	1,41	0,59	0,38	
Dny - n	-	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
$Q_{TV,den}$	kWh/den	11												Σ
$Q_{p,TV,m}$	kWh/měs	337,47	304,81	337,47	326,59	337,47	326,59	337,47	337,47	326,59	337,47	326,59	337,47	3973,46
$Q_{k,u}$	kWh	82,74	127,07	295,47	450,93	496,71	527,07	546,50	519,36	422,91	251,04	100,59	67,29	3887,69
$Q_{ss,u}$	kWh	82,74	127,07	295,47	326,59	337,47	326,59	337,47	337,47	326,59	251,04	100,59	67,29	2916,38



Tabulka B.9.1 Energetická bilance solárního systému

B.9.2 Dimenzování potrubních rozvodů a expanzní nádoby

Pro rodinný dům volím systém s rychlým průtokem High-flow (40 l/h·m²). Jelikož teploty v soustavě budou v průběhu roku rozdílné, stanovuji červen pro učení Δt (ohřátí kapaliny po jednom průtoku). Hlavním regulačním prvkem soustavy bude jednostoupačková solární stanice TACOSOL CIRC HE. V ní je schováno čerpadlo Grundfos PM2 -105/103.

Hmotnostní průtok:

$$M = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} \text{ [kg/s]} \quad (1.25)$$

Objemový průtok:

$$V = \frac{Q}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} \text{ [m}^3\text{/s]} \quad (1.26)$$

Charakteristiky nemrznoucí směsi při 60 °C ($\rho = 1010 \text{ kg/m}^3$, $c = 3,76 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$). Po dosazení střední intenzity slunečního záření a plochy kolektoru, vychází výkon 2892,27 W. Dále jsem vynásobil plochu kolektoru s hodnotou 40 l/h·m², kde dostávám 0,318 m³/h. Výsledná Δt je 8,61 °C. V soustavě proudí vodní roztok monopropylenglykolu.

Dimenzování potrubí solárního systému

Tlakové ztráty:

$$\Delta P_z = p_r + p_z + p_k + p_v + p_a \text{ [kPa]}$$

p_r – tlaková ztráta třením

p_z – tlaková ztráta vřazenými odpory

p_k – tlaková ztráta kolektory

p_v – tlaková ztráta výměníky

p_a – tlaková ztráta regulačních armatur

(1.27)

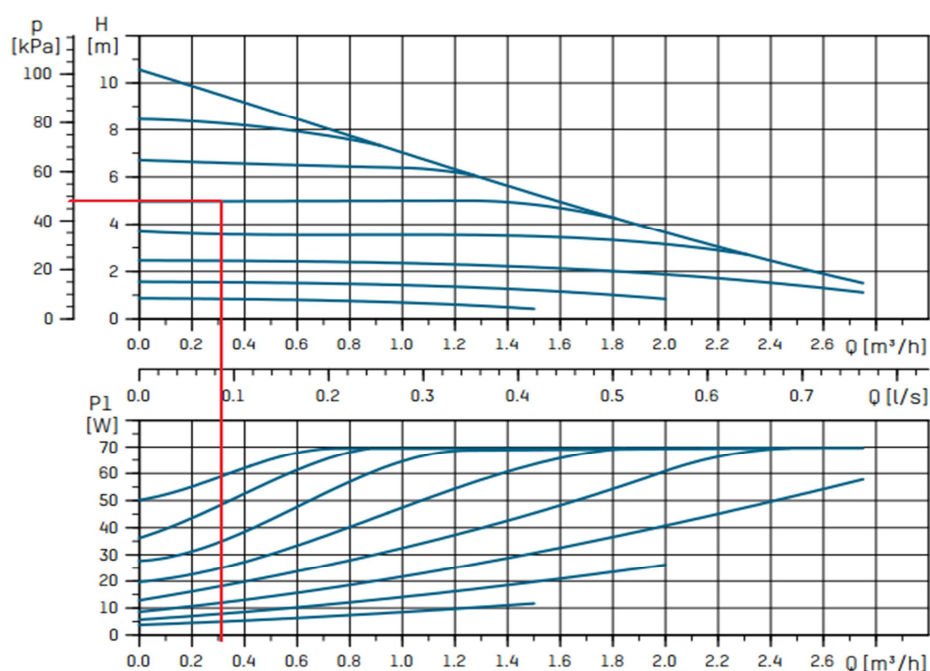
Tabulka B.9.2 Dimenzování potrubí solárního systému

Úsek	Průtok (l/h)	D _{xt}	R (Pa/m)	v (m/s)	Délka (m)	Ztráta třením	Ztráta vřazenými dpory (pro tvarovky cca30% třením)	Ztráta kolektorů, výměníků, reg. armatur	Celkem ztáta (Pa)
1	318	18x1	210	0,42	9,5	1995	599	750	3344
2	318	18x1	210	0,42	4,2	882	265	3720	4867
								Σ	8210

Úsek 1 je přívod studené kapaliny do kolektoru a úsek 2 vede ohřátý roztok do zásobníku.

Jednotlivé tlakové ztráty prvků soustavy dle materiálů od výrobce:

- TZ kolektoru = 750 Pa (celkem 4ks = 3000 Pa)
- TZ výměníku = 1150 Pa
- TZ na seřizovacím ventilu v solární stanici = 320 Pa



Obrázek B.9.1 Charakteristika čerpadla Grundfos PM 15

Veškeré potrubí jak v technické místnosti, tak na střeše musí být zaizolováno. V ineriéru je použita tepelná izolace Aeroflex (tl. 20 mm) a v exteriéru oplechovaný Neobasil (tl. 30 mm). Veškeré potrubí je pájeno natvrdo.

Dimenzování expanzní nádoby

Plnicí tlak expanzní nádoby za studena:

$$p_0 = h_s \cdot \rho \cdot g + p_d + p_{\xi} \text{ [kPa]} \quad (1.28)$$

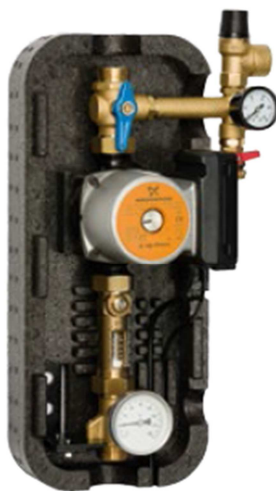
- Minimální tlak: $p_d = 70 \text{ kPa}$
- Tlak čerpadla: $p_{\xi} = 55 \text{ kPa}$
- $h_s \cdot \rho \cdot g$
 $p_0 = 158 \text{ kPa}$

Objem expanzní nádoby:

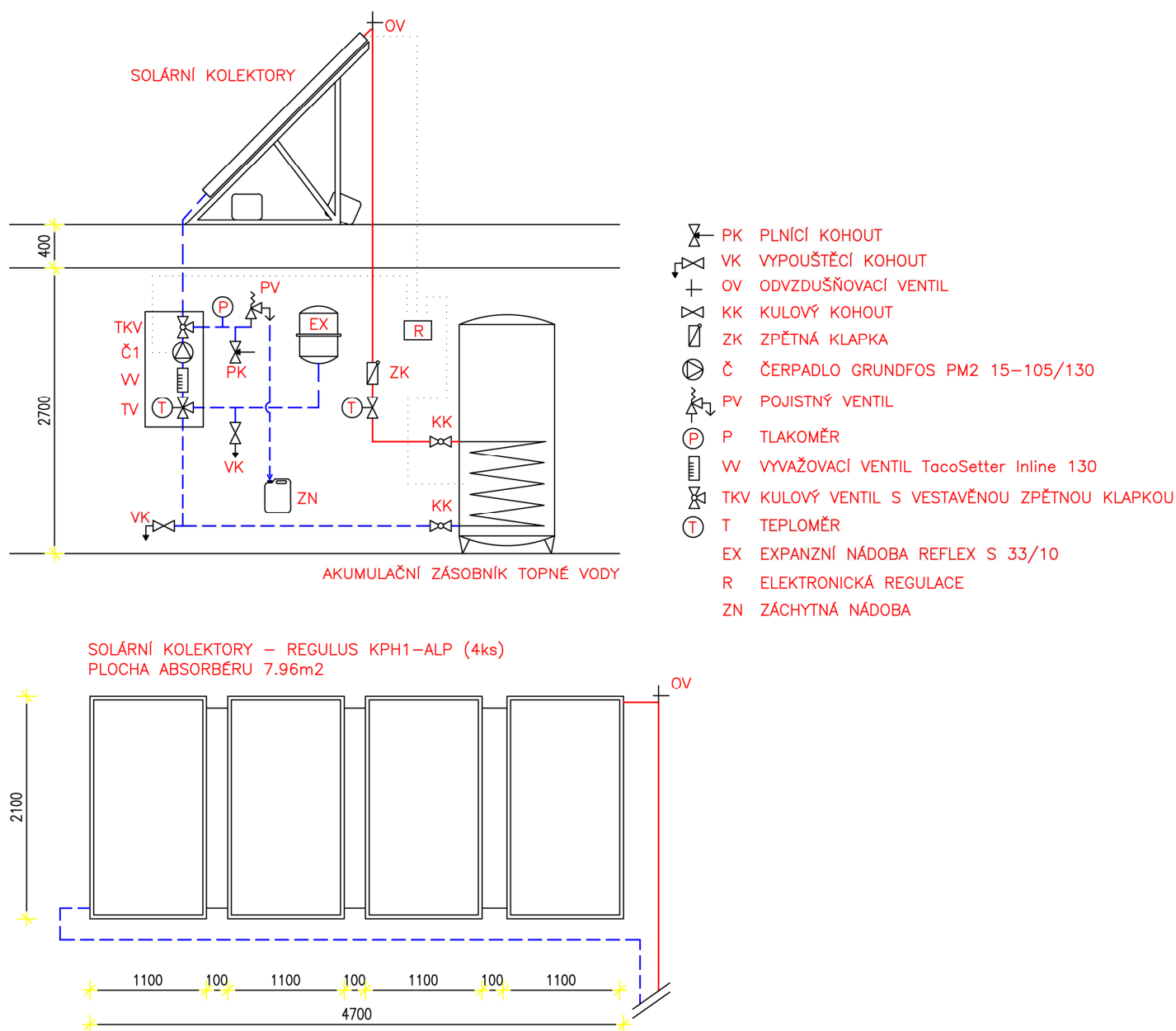
$$V_{EN} = (V_s + V \cdot \beta + V_k) \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_0} \text{ [l]} \quad (1.29)$$

- Součinitel objemové roztažnosti: $\beta = 0,9$
- Maximální provozní přetlak: $p_e = 500 \text{ Pa}$
- $V = V_{potrubí} + V_{kolektory} + V_{výměník} = 0,0182 \text{ m}^3$
 $V_{EN} = 32 \text{ l}$

Pro solární systém volím expanzní nádobu typu **REFLEX S 33/10**.



Obrázek B.9.2 Solární stanice Tacosol circ HE



Obrázek B.9.3 Schéma zapojení solární soustavy a rozteče jednotlivých kolektorů

B.10 OHŘEV TEPLÉ VODY

Dle ČSN 06 0320

Teplá voda je předehřívána v zásobníku topné vody (500 l), kterou vyhřívá v letních měsících solární systém a v zimním tepelné čerpadlo. Pro teplou vodu je v zásobníku nachystán trubkový výměník o ploše 1,3 m². Teplá voda je pak dále dohřívána a to dle potřeby v malém zásobníku (125 l) vybavenou elektrickým topným tělesem (4 kW).

Denní potřeba tepla TV:

$$Q_{2x} = 0,06 \cdot n_i = 0,24 \text{ [m}^3/\text{den]} \quad (1.30)$$

Teplo odebrané:

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot Q_{2x} \cdot (t_{tv} - t_{ss}) = 12,56 \text{ [m}^3/\text{den]} \quad (1.31)$$

Teplo ztracené:

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 12,56 \cdot 0,3 = 3,77 \text{ [m}^3/\text{den]} \quad (1.32)$$

Potřeba tepla celkem:

$$cc \quad Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 16,33 \text{ [m}^3/\text{den]} \quad (1.33)$$

Tabulka B.10.1 Potřeba tepla pro teplou vodu v průběhu dne

období	počátek (hod.)	konec (hod.)	%	Q _{2t} (kWh)	Q _{2p} (kWh)
I	0	6	5	0,63	0,82
II	6	12	25	3,14	4,08
III	12	18	10	1,26	1,63
IV	18	20	50	6,28	8,17
V	20	24	10	1,26	1,63

Velikost zásobníku TV:

$$V_z = \frac{Q_{max}}{(1,163 \cdot \Delta t)} = 0,119 \text{ [m}^3] = 119 \text{ [l]} \quad (1.34)$$

Q_{max} dle grafu denní spotřeby vychází 6,26 kWh

Navrhovaný zásobník má 125 l což vyhovuje.

Výstupní teplota
 $t_1 = 55 \text{ } ^\circ\text{C}$

Objem vody [l]
 125

Hmotnost vody [kg]
 123.6

Vstupní teplota
 $t_2 = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$

Použité palivo
 Elektřina

Účinnost ohřevu η
 0.98

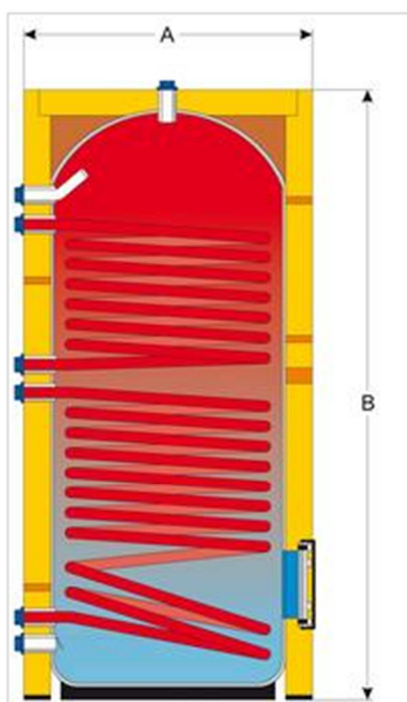
Energie potřebná k ohřevu vody: 2.2 kWh

Vypočítat

☐ Příkon P 4 kW

☒ Doba ohřevu τ 0 hod 33 min 1 s

Obrázek B.10.1 Ukázka doby ohřevu teplé vody v zimním období



Obrázek B.10.2 Centrální zásobník topné vody 500 l

B.11 NÁVRH NUCENÉHO VĚTRÁNÍ

Pro nucené rovnotlaké větrání s rekuperací tepla volím systém od firmy Atrea. Hlavním prvkem je rekuperační jednotka DUPLEX EC4. Přiváděný vzduch bude dle potřeby přehříván pomocí teplovodního ohříváče TPO EC THV. Filtrovaný vzduch je přiváděn do všech obytných místností, naopak odvody jsou umístěny nad zdroji vlhkosti a škodlivin (WC, koupelna a kuchyň). Proudění vzduchu mezi místnostmi zabezpečuje mezera pod dveřmi (7 mm).

Do soustavy bylo nezbytné navrhnout tlumiče hluku MAA -160, jelikož hladiny akustického výkonu nesplňovala požadavky pro pobytovou místnost. Tlumiče jsou jak na přívodní, tak i odvodní větvi.

Rozvody jsou tvořeny pozinkovaným potrubím (\varnothing 160, 125, 100 mm) a plastovým rozvodem Atrea Green pipe (\varnothing 100 mm). Ty mi umožňují částečnou flexibilitu pro těžko přístupná místa.

Většina rozvodů je vedena v sádkartonovém podhledu.

V kuchyni nad zdroji škodlivin (varná deska) je umístěna digestoř s uhlíkovým filtrem.

B.11.1 Dimenzování potrubí

Dle doporučení od firmy Atrea, vycházím při výpočtu jednotlivých výměn vzduchu za hodinu dle ČSN EN 15251 – 2. Třída. Při výpočtu však uvažuji s určitou rezervou na stranu bezpečnou.

norma - předpis		intenzita větrání neobsazené místnosti (h^{-1})	intenzita větrání (h^{-1})	dávka na osobu (m^3/hod)	kuchyně (m^3/hod)	koupelny (m^3/hod)	WC (m^3/hod)
ČSN EN 15655 – Z1	minimální hodnota	0,3	0,3	15	100	50	25
	doporučená hodnota		0,5	25	150	90	50
ČSN EN 15251	1. třída	0,1 – 0,2	0,7	36	100	72	50
	2. třída		0,6	25	72	54	36
	3. třída		0,5	15	50	36	25
ČSN 73 0540 – 2		0,1	0,3 – 0,6	15 – 25	odkaz na jiné předpisy		

Obrázek B.11.1 Doporučené normové hodnoty výměny vzduchu za hodinu

Z PLÁNU			HODNOTY									TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ									
Č.Ú.	V		I	w´	S´	d´	d	w	p _d (Z)	R ₁	ξ	R ₁ *I	ξ*p _d (Z)	
-	m ³ /h	m ³ /S	m	m/s	m ²	mm	mm	m/s	Pa	Pa*m ⁻¹	-	Pa	Pa	

PŘÍVODNÍ POTRUBÍ-HLAVNÍ VĚTEV														
1	50	0,014	5,4	2	0,007	94	100	1,77	1,13	0,115	0,6	0,62	0,68	
2	110	0,031	1,9	2,3	0,013	130	125	2,39	1,03	0,670	0,3	1,27	0,31	
3	175	0,049	2,7	2,5	0,019	157	160	2,42	3,16	0,520	0,9	1,40	2,84	
4	255	0,071	1,5	3	0,024	173	160	3,52	0,75	0,750	0,1	1,13	0,07	
5	280	0,078	0,5	3,5	0,022	168	160	3,87	2,70	0,910	0,3	0,46	0,81	
PŘÍVODNÍ POTRUBÍ-VEGLEJŠÍ VĚTVE														
6	30	0,008	6,7	2	0,004	73	100	1,06	0,81	0,115	1,2	0,77	0,97	
7	30	0,008	3,3	2	0,004	73	100	1,06	0,81	0,115	1,2	0,38	0,97	
8	80	0,022	4,3	2,5	0,009	106	100	2,83	5,77	1,120	1,2	4,82	6,92	
9	25	0,007	4,1	1,8	0,004	70	100	0,88	0,85	0,150	1,8	0,62	1,52	
												Σ	11,46	15,10
												Σ	26,56	
													11,20	VÝUŠŤ
													15,00	regulační klapka
													3,24	SÁNÍ
													21,00	ŽALUZE
													20,00	TLUMIČ HLUKU
												Σ	97,00	

Tabulka B.11.1 Tabulka dimenzí a tlakových ztrát větracího potrubí

Z PLÁNU				HODNOTY								TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA
				PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								
Č.Ú.	V		I	w´	S´	d´	d	w	p _d (Z)	R ₁	ξ	R ₁ *I	ξ*p _d (Z)	
-	m ³ /h	m ³ /S	m	m/s	m ²	mm	mm	m/s	Pa	Pa*m ⁻¹	-	Pa	Pa	

ODVODNÍ POTRUBÍ														
1	35	0,010	2,2	3	0,003	64	100	2,18	1,71	0,115	0,6	0,25	1,03	
2	105	0,029	5	3,2	0,009	108	100	2,78	2,78	2,100	0,6	10,50	1,67	
3	140	0,039	0,2	3,4	0,011	121	125	3,17	7,24	1,050	1,2	0,21	8,69	
4	280	0,078	1,2	3,6	0,022	166	160	3,87	5,39	1,190	0,6	1,43	3,24	
											Σ	12,39	14,62	
											Σ	27,01		
												17,00		VÝUŠŤ
												3,24		VÝTLAK
												21,00		ŽALUZE
												20,00		TLUMIČ HLUKU
											Σ	88,25		
PŘÍVODNÍ POTRUBÍ														
10	280	0,078	1,4	3,7	0,021	164	160	3,87	5,39	0,419	0,6	0,59	3,24	
ODVODNÍ POTRUBÍ														
11	280	0,078	1,7	3,7	0,021	164	160	3,87	5,39	0,521	0,6	0,89	3,24	

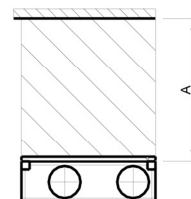
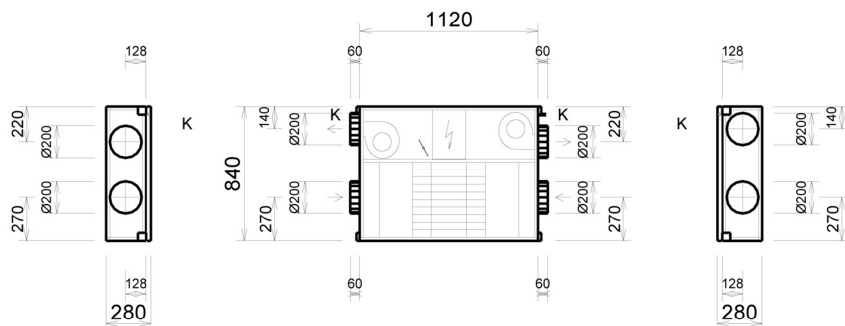
Tabulka B.11.2 Tabulka dimenzí a tlakových ztrát větracího potrubí

B.11.2 Návrh větrací jednotky Duplex – software Atrea

Pohled shora (půdorys)

Hmotnost: cca 32 kg, Dodávka jednotky vcelku

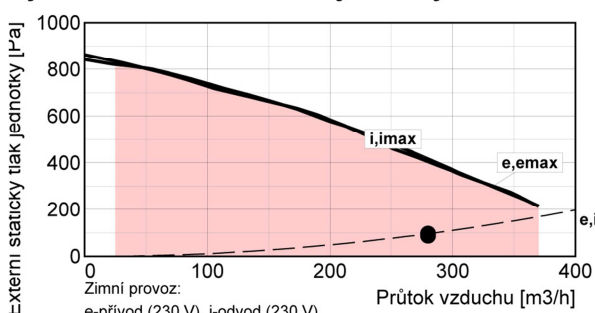
Manipulační prostor



hrdlo	druh	rozměr	přísluš enství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	Ø 200 mm	
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	Ø 200 mm	
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	Ø 200 mm	
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	Ø 200 mm	
K	výstup kondenzátu	2x Ø16 mm	
TPO	Vodní ohřivač	1/2" vnější	přípojovací rozměr - výměník

A	otvírání dveří	min. 900 mm
---	----------------	-------------

Výkonová charakteristika jednotky:



Akustické parametry:

Hladina akustického výkonu L_w (dB)

	dB (A)	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
sání e1	46	56	49	43	44	42	37	<25	<25
výtlač e2	69	64	62	73	64	65	60	54	41
sání i1	45	56	48	43	43	41	36	<25	<25
výtlač i2	69	64	61	72	63	65	60	53	40
do okolí	58	47	58	59	60	46	46	29	<25

Hladina akustického tlaku L_p (dB)

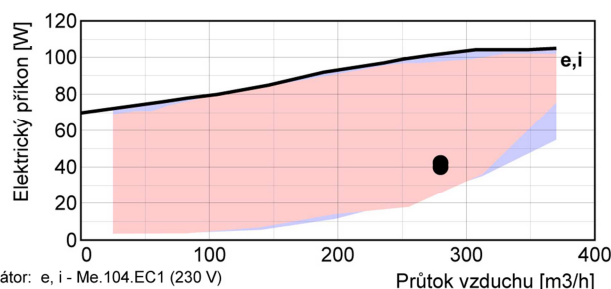
do okolí	38	27	37	38	39	26	25	<25	<25
----------	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

Hladina akustického tlaku je uváděna ve vzdálenosti 3 m.

Jednotka obsahuje ventilátory vybavené EC technologií. Tyto ventilátory jsou plynule regulovatelné v celé vyznačené oblasti.

Ventilátory

	přívod	odvod
Vzduchové množství stří	m3/h	280
Externí statický tlak jednotky	Pa	97
Napětí (jmenovité)	V	230
Napětí (v pracovním bodě)	V	230
Příkon (v pracovním bodě)	W	42
Max. příkon (pro dimenzování)	W	120
Max. proud (pro dimenzování)	A	1
Typ ventilátorů	Me.104	Mi.104
Druh ventilátoru	EC1	EC1



Přípojovací prvky

	přívod	odvod
Vstupní hrdla e1, i1	mm	Ø 200
připojení	pevné	pevné
Výstupní hrdla e2, i2	mm	Ø 200
připojení	pevné	pevné
Odvod kondenzátu K	mm	2 x DN 16

Regulační a uzavírací klapky

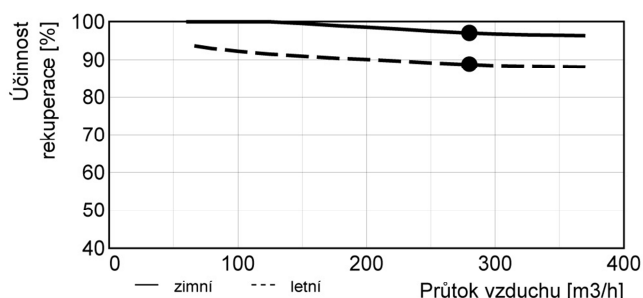
By-passová klapka (integrována v jednotce)

Typ servopohonu

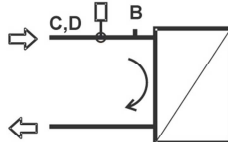
CM24

Obrázek B.11.2 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek

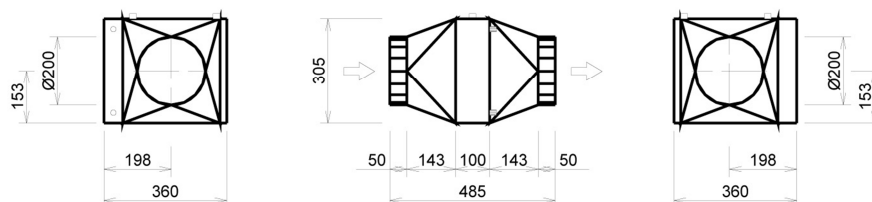
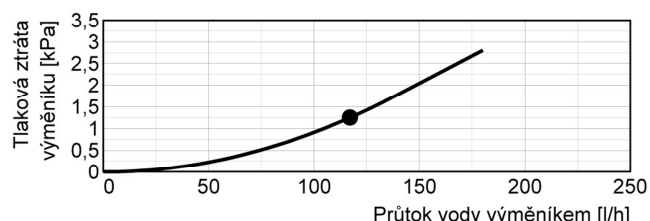
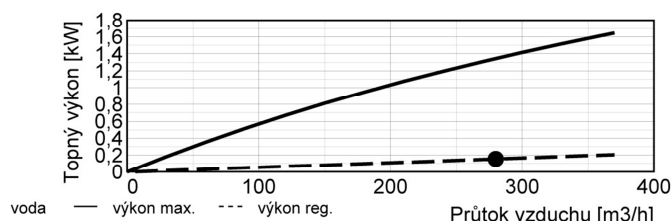
Rekupační výměník		přívod	odvod
Vzduchové množství	m ³ /h	280	280
Vstupní teplota	°C	-12	20
Výstupní teplota	°C	19	-3
Vstupní vlhkost	% r.h.	90	40
Výstupní vlhkost	% r.h.	9	100
Účinnost rekuperace zimní (letní)	%	97 (89)	
Výkon výměníku zimní (letní)	kW	3,0 (0,5)	
Tvorba kondenzátu	l/h	1,0	
Typ rekupačního výměníku		S6.A	



Vodní ohřivač		přívod	Příslušenství (součásti dodávky)
Topné médium		voda	
Vzduchové množství	m ³ /h	280	
Vstupní teplota (za rekuperací)	°C	19	
Výstupní teplota (za ohřivačem)	°C	21	
Topný výkon	kW	0,2	
Teplotní spád topného média	°C	45 / 35	
Průtok média (při max. výkonu)	l/h	117	
Tlaková ztráta média	kPa	1,25	
Připojovací rozměr (výměník)		1/2" vnější	
Typ ohřivače		TPO 200 EC - THV samostatný	



- A Čidlo teploty ADS 120 není součástí ohřivače, samostatná položka
- B odvzdušňovací ventil automatický 2)
- C škrtkový ventil I501547 s přechodkami na Cu22 1)
- D Servopohon BELIMO řízení 0 - 10 V, příslušenství 1)
- 1 - dodáváno samostatně
2 - osazeno a připojeno



Hmotnost: cca 9 kg

Filtrace		přívod	odvod	Příslušenství (součásti dodávky)
Typ		vyplétací	vyplétací	
Třída filtrace		G4	G4	
Rozměr tkaniny	mm	1x500x255	1x500x255	

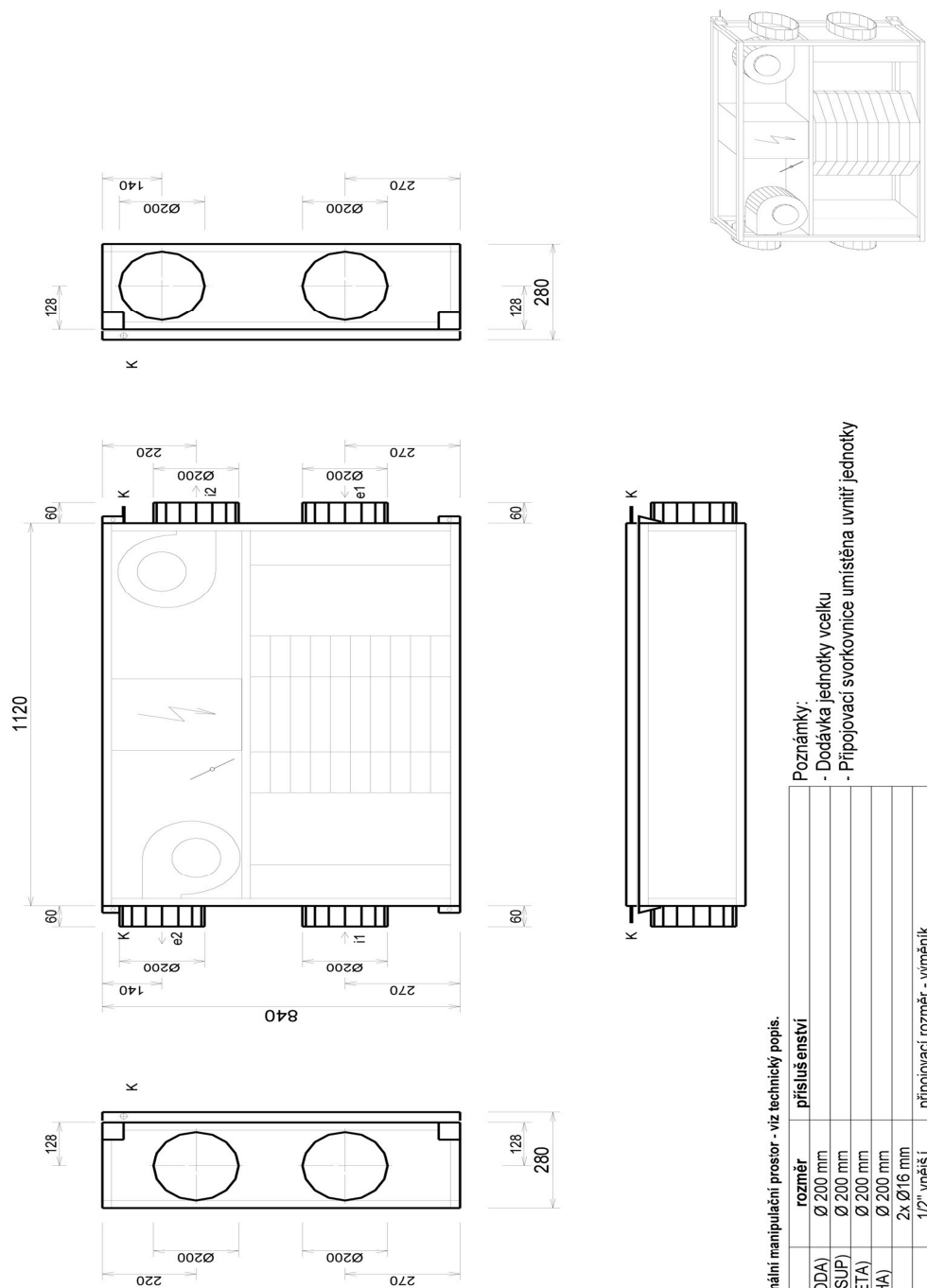
Regulace: digitální

Ovládání CP 19 RD

Čidla (součásti dodávky)

Obrázek B.11.3 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek

Provedení podstropní
Hmotnost: cca 32 kg



Při osazování jednotky dbejte na minimální manipulační prostor - viz technický popis.

hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	Ø 200 mm	
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	Ø 200 mm	
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	Ø 200 mm	
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	Ø 200 mm	
K	výstup kondenzátu	2x Ø16 mm	
TPO	Vodní ohřivač	1/2" vnější	připojovací rozměr - výměník

Poznámky:
- Dodávka jednotky vcelku
- Připojovací svorkovnice umístěna uvnitř jednotky

Obrázek B.11.4 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek

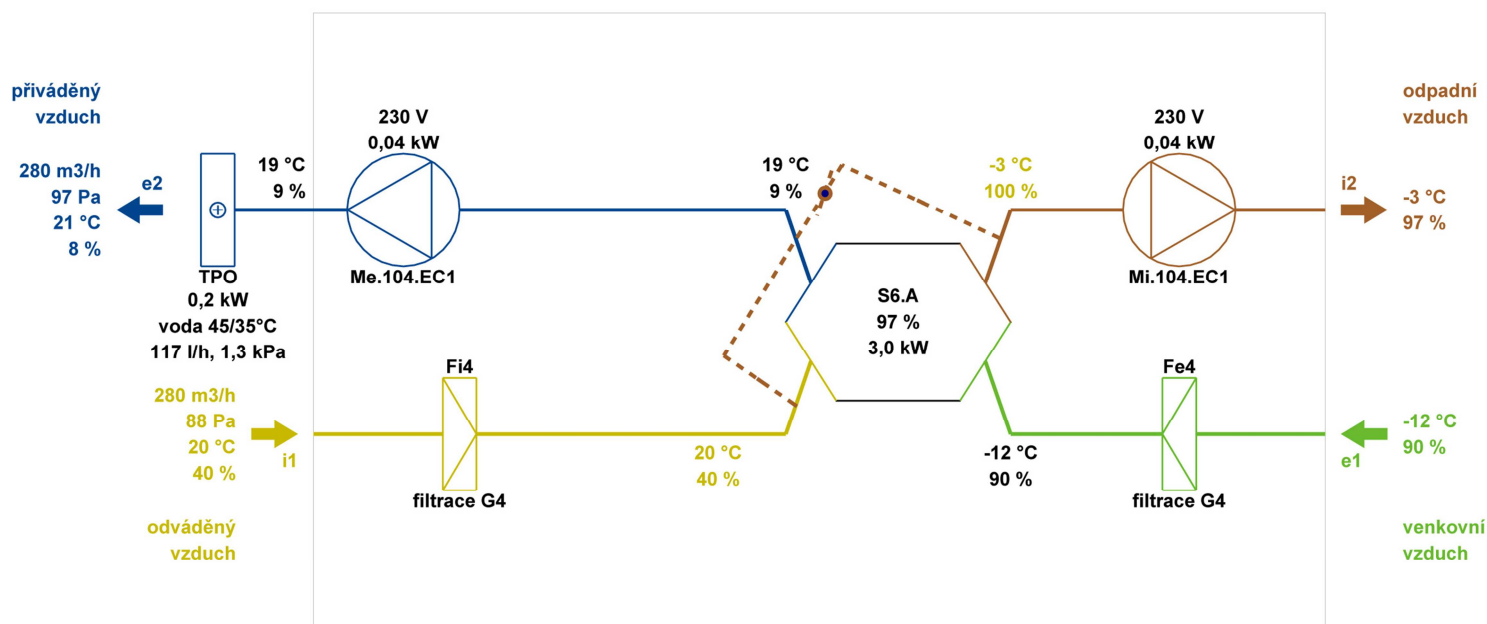
Zimní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.

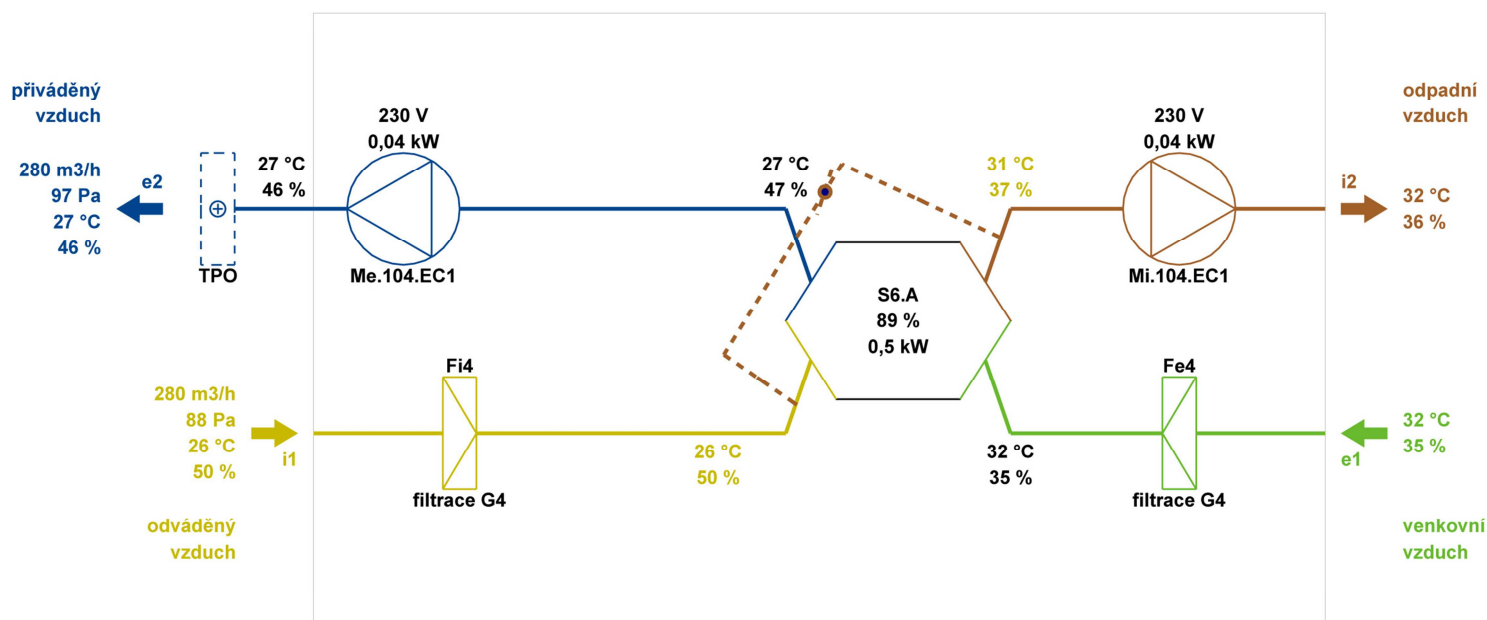
Letní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

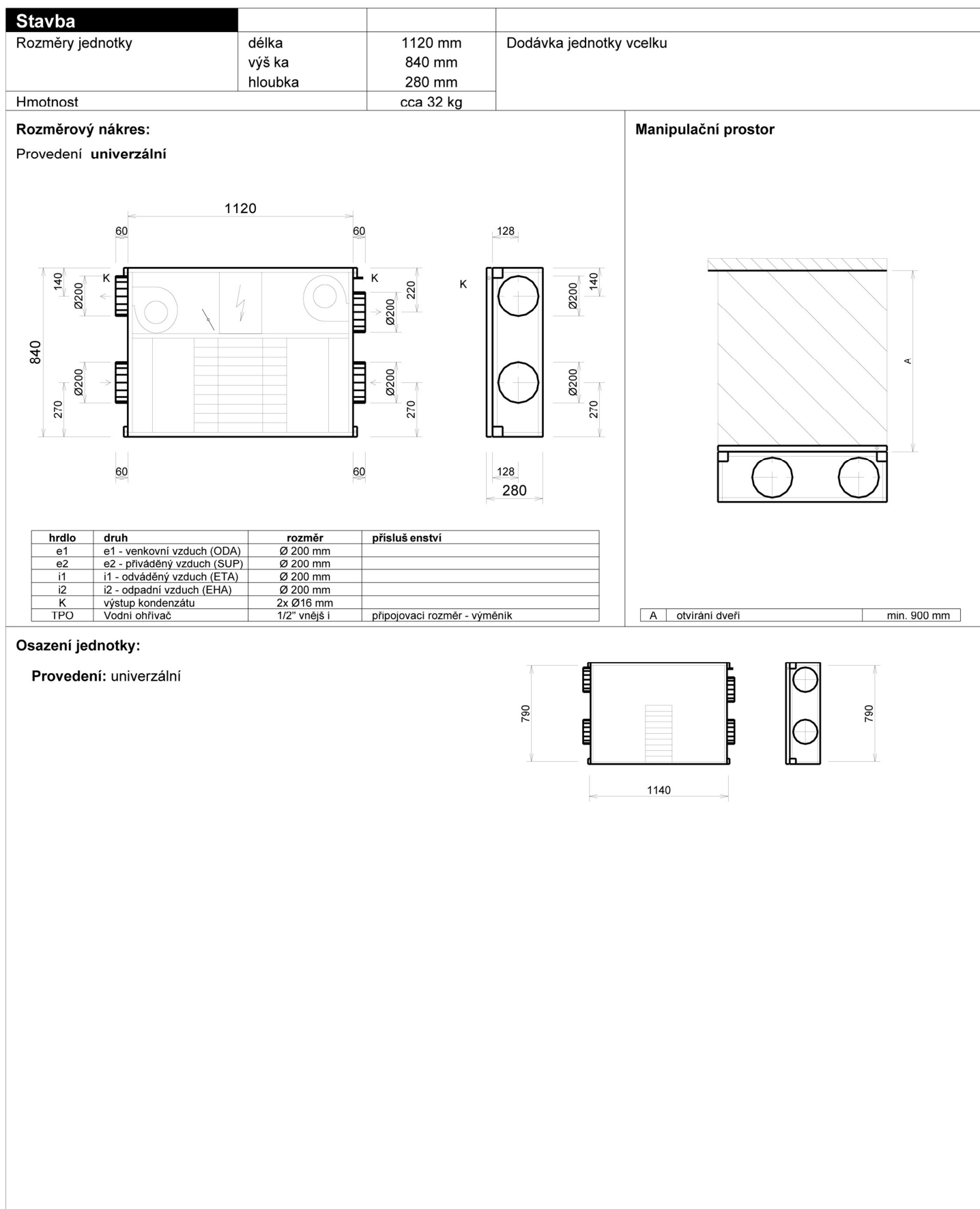
e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



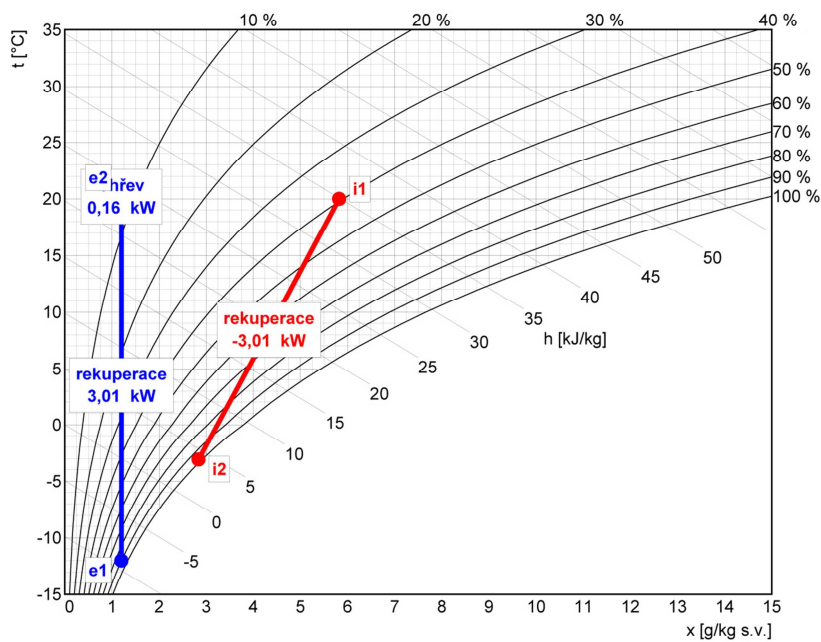
Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.

Obrázek B.11.5 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek



Obrázek B.11.6 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek

Zimní provoz



Přívod

	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	-12,0	90
eR	rekuperace	19,1	9
e2	ohřev	21,0	8

Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	20,0	40
i2	rekuperace	-3,1	97

Obrázek B.11.7 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek

B.12 NÁVRH FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ

Z důvodu dosažení nulového standartu bydlení navrhuji fotovoltaické panely. Ty jsou umístěny na střešní konstrukci a to ve stejné linii, jako solární panely. Celkový počet fotovoltaických panelů je deset. Příchytná konstrukce je stejné jak pro solár. Jedná se o typ BOSH M60 270Wp. Je to monokrystalický panel (1660 x 990 x 50 mm).



Obrázek B.12.1 Fotovoltaický panel Buderus

C - PROJEKT

C.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

C.1.1 Úvod

Umístění a popis objektu

Rodinný dům se nachází v obci Lhotka u Zlína. Jedná se o novostavbu jednopodlažního domu s plochou zelenou střechou a garáží.

Popis provozu objektu

Objekt bude trvale využíván k bydlení. Budova je řešena pro čtyři osoby.

C.1.2 Podklady

Výkresová dokumentace

Podkladem pro zpracování projektu zaměřeného na vytápění je výkresová dokumentace stavby.

C.1.3 Tepelné ztráty a potřeba tepla

Klimatické poměry

- Místo – Lhotka u Zlína
- Nadmořská výška – 325 m.n.m.
- Výpočtová venkovní teplota - $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Délka otopného období - 244 dní

Vnitřní teploty

- Pobytové místnosti – $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Koupelna – $24\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tepelně technické parametry budovy

Veškeré konstrukce splňují dané požadavky na součinitele prostupu tepla U. Celková vypočtená tepelná ztráta objektu je 4,84 kW. Potřeba tepla pro vytápění je však 5,8 kW.

C.1.4 Zdroj tepla

Druh primární energie

Primární zdroj energie je elektrická, která slouží pro pohon tepelného čerpadla. Dále pak slouží pro elektrokotel zabudovaný uvnitř čerpadla. Díky čerpadlu bude využit výhodnější tarif.

Zdroj tepla

Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo NIEBE F1150. Jedná se o typ země – voda (svislý kolektor). Hloubka vrtu je 100 m. Tepelné čerpadlo bude pracovat v monoenergetickém provozu při nižších teplotách a to s vestavěným elektrokotlem. Tepelné čerpadlo je umístěno v technické

místnosti, kde se nesmí se dotýkat žádnou ze svých stran stěny z důvodu přenosu vibrací. Plnění a vypouštění primárního okruhu bude probíhat pře plnicí sestavu tepelného čerpadla a to nemrznoucí směsí.

C.1.5 Vytápění

Popis otopné soustavy

Projektová dokumentace řeší vytápění rodinného domu nízkoteplotním systémem s nuceným oběhem vody. Tepelný spád soustavy je 45/35 °C. Jedná se o podlahové konvektory s vetilátorem. Rozvody jsou provedeny z mědi a vedeny v podlaze.

Čerpadla pro otopnou soustavu

V projektu jsou navržena dvě čerpadla a to jedno pro větev vzduchotechnika a druhé pro samotnou větev vytápění. Jedná se o následující typy (Grundfos ALPHA2 L 25-60 18, Grundfos ALPHA2 L 25-50 180).

Otopné plochy

Ve vybraných místnostech jsou navrženy podlahové konvektory Licon. Jednotlivě jsou připojeny na soustavu přes nerezové hadice a šroubení. Tělesa jsou vybaveny termostatickými hlaviciemi a automatickým řízením otáček ventilátoru. Konvektory musí být umístěny na straně ventilátoru blíže k oknu či stěně. Ke každému konvektoru vede elektroinstalační chránička Ø 20 mm.

Izolace potrubí

Téměř v celé budově je potrubí vedeno v podlaze a to ve vrstvě tepelné izolace. Tudíž není nutné přidávat doplňkové izolace. Potrubí v kotelně je však izolováno. Byla použita izolace ROCKWOOL –PIPO ALS a to v tl. 30 mm.

Akumulační zásobník topné vody

Jedná se o zásobník se dvěma integrovanými topnými výměníky. Celkový objem je 500 l. První menší výměník, umístěný ve vrchní polovině, slouží pro předeřev teplé vody. Hned pod ním je spirála ze strany solárních kolektorů. Zásobník IVAR.PRESTIGE EP je izolován tvrdou PU pěnou (50 mm).

C.1.6 Požadavky na ostatní profese

Stavební práce

Pro instalaci zařízení je nutná připravenost veškerých prostupů pro rozvody topné soustavy. Další aspektem je koordinace s ostatními řemesly. Do stavebních prací patří i vrt tepelného čerpadla. Ten se provede přiklepovým vrtáním se vzduchovým výplachem a po umístění sondy bude vyplněn termosměsí Stuwatherm. Dále bude proveden horizontální odkop s podsypem a prostup stěnou.

Elektroinstalace

Před započítím prací na elektroinstalaci je zapotřebí odpojit přípojku od napětí. Pro zapojení zdroje tepla je nutno zřídit do technické místnosti samostatně jištěný přívod elektrické energie. Dále pak veškeré přípojky pro další zařízení dle projektové dokumentace elektroinstalace.

C.1.7 Montáž a uvedení do provozu

Tepelné čerpadlo

Veškeré instalace a uvádění tepelného čerpadla do provozu musí být prováděny osobou s odpovídající kvalifikací. Musí mít oprávnění k dané činnosti. Podrobný postup je také uveden v dokumentaci od firmy NIEBE.

Otopná soustava

Montážní práce musí provádět osoba s dostatečnou kvalifikací a s odpovídajícím proškolením. Po dokončení montáže všech těles a potrubí bude provedena zkouška těsnosti. Doporučuje se první zkoušku provádět pomocí tlaku z kompresoru a zkoumat pokles tlaku v soustavě (tlaková zkouška). Dle ČSN 06 0310 se provádí topná zkouška a to v rozsahu 24 hodin. Součástí topné zkoušky bude doregulování celé soustavy dle projektové dokumentace.

Zkouškou bude prokázáno:

- Správná funkce armatur
- Správná funkce regulačních a měřících armatur
- Dosažení technických předpokladů z projektu
- Správná funkce zabezpečovacích zařízení
- Rovnoměrné ohřívání otopných těles

Způsob obsluhy a ovládání

Uživatel tepelného čerpadla musí být seznámen s provozními podmínkami zařízení a zacvičen v základní obsluze tepelného čerpadla. Veškeré manuály musí mít k dispozici.

C.1.8 Ochrana zdraví a životního prostředí

Vliv na životní prostředí

Instalací a provozem topných soustav nedojde ke zhoršení vlivu na životní prostředí

Dokumenty a vyjádření příslušných orgánů k vrtu tepelného čerpadla

- Hydrologický průzkum:
K provedení vrtu je zapotřebí vyjádření hydrogeologa. Jeho posudek pak obsahuje následující (geologickou a hydrologickou charakteristiku prostředí, specifikaci projektovaného vrtu a doporučenou technologii vrtání, dále pak režim kvality a výskyt podzemních vod)
- Vyjádření povodí Moravy:

Jedná se o vyjádření příslušného orgánu ve věci hlubinného vrtu. Dle ustanovení § 54 odst. 4. Zákona č. 254/2001 Sb. O vodách a s předložením veškerých dokumentů týkající se povolení, vydá povodí Moravy své stanovisko. To obsahuje podmínky provedení práce a doložení jednotlivých výsledků zkoušek.

Znečišťující látky

Tepelné čerpadlo během svého provozu nebude produkovat žádné emise a skleníkové plyny.

Hospodaření s odpady

Při instalaci zařízení i jeho provozu je nutno plnit zákon č. 185/01 Sb. Ve znění pozdějších předpisů.

C.1.9 Bezpečnost a požární ochrana

Při instalaci a provozu zařízení nejsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu. Bezpečnost při realizaci díla zajišťuje zhotovitel ve smyslu zákona č. 262/2006 ve znění pozdějších předpisů a vyhláška 324/1990 – bezpečnost práce a technických zařízení při stavebních pracích. Veškeré práce mohou provádět pouze osoby s odpovídající kvalifikací.

C.1.10 Technické normy

Projekt byl proveden dle platných norem. Veškerá montáž na stavbě musí být proveden při dodržování technických a bezpečnostních předpisů. Jednotlivé úkony mohou provádět pouze vyškolené osoby. Veškeré platné normy a předpisy jsou pro stavbu závazné.

ČSN 06 0830 – TEPELNÉ SOUSTAVY V BUDOVÁCH - ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ
ČSN 06 0310 – TEPELNÉ SOUSTAVY V BUDOVÁCH - PROJEKTOVÁNÍ A MONTÁŽ
ČSN 06 0320 – TEPELNÉ SOUSTAVY V BUDOVÁCH - PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY
ČSNE EN 14336 – TEPELNÉ SOUSTAVY V BUDOVÁCH - MONTŽ A PŘEJÍMKA

C.2 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Protokol k průkazu energetické náročnosti budovy

Účel zpracování průkazu

<input checked="" type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ)	Lhotka u Zlína, 756 23
Katastrální území:	438/35
Parcelní číslo:	
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	VUT Fakulta Stavební
Adresa:	Veveří 331/95 602 00 Brno
IČ:	
Tel./e-mail:	

Typ budovy		
<input checked="" type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiný druh budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	727,1
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	633,5
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,87
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	196,5

Druhy energie (energonositelů) užívané v budově	
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <u>podíl OZE:</u> <input type="checkbox"/> do 50 % včetně, <input type="checkbox"/> nad 50 do 80 %, <input type="checkbox"/> nad 80 %,	
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie): <u>účel:</u> <input checked="" type="checkbox"/> na vytápění, <input checked="" type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input checked="" type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie,	
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:	

Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech**A) stavební prvky a konstrukce****a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy	Plocha	Součinitel prostupu tepla			Činitel tepl. redukce	Měrná ztráta prostupem tepla
	A_j [m ²]	Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² .K)]	Referenční hodnota $U_{N,rc,j}$ [W/(m ² .K)]	Splněno [ano/ne]	b_j [-]	$H_{T,j}$ [W/K]
Obvodová stěna	194,96	0,15			0,76	22,1
Střecha	196,50	0,10			1,00	19,7
Podlaha	196,50	0,17			0,74	25,3
Otvorová výplň	45,49	0,76			1,00	34,5
Tepelné vazby						12,7
Celkem	633,5	x	x	x	x	114,2

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota	Objem zóny	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny	Součin
	$\theta_{im,j}$ [°C]	V_j [m ³]	$U_{em,R,j}$ [W/(m ² .K)]	$V_j \cdot U_{em,R,j}$ [W.m/K]
Hlavní zóna	20,0	727,1	0,25	181,78
Celkem	x	727,1	x	181,78

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	[ano/ne]
Budova jako celek	0,18	0,25	ano

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energono- sitel	Pokrytí díleč potřeby energie na vytá- pění	Jmeno- vitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾		Účinnost distribu- ce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
					$\eta_{H,gen}$	COP		
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[%]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80	--	85	80
Hodnocená budova/zóna:								
Hlavní zóna	Tepelné čerpadlo	elektřina ze sítě	100,0			4,0	89	88

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo COP _{H,gen}	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo COP _{H,gen}	Požadavek splnění
		[-]	[%]	

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova/zóna	Typ systému chlazení	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x			
Hodnocená budova/zóna:							

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova/zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splnění
	[-]	[-]	[-]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3) větrání

Hodnocená budova/zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmen. elektr. příkon systému větrání	Jmen. objem. průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru nuceného větrání SFP_{ahu}
	[-]	[-]	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m ³ /hod]	[W.s/m ³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750
Hodnocená budova/zóna:								
Hlavní zóna	nucené větrání	elektrina ze sítě			100,0		280,00	1052

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova/zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmen. příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody ¹⁾		Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
						$\eta_{W,gen}$	COP		
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[litry]	[%]	[-]	[Wh/l.d]	[Wh/m.d]
Referenční budova	x	x	x	x	x	85	--	5,0	150,0
Hodnocená budova/zóna:									
Hlavní zóna	solární kolektory	Slunce	85,7		500			0,0	0,0
Hlavní zóna	Solar	elektrina ze sítě	10,0		500	90		5,6	0,0
Hlavní zóna	Dohřev	elektrina ze sítě	4,3			99			0,0

Poznámka: ¹⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova/zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo COP _{W,gen}	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo COP _{W,gen}	Požadavek splnění
		[-]	[%]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova/zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztažený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	[-]	[%]	[kW]	[W/(m ² ·lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Hodnocená budova/zóna:				
Hlavní zóna		100	0,3	0,05

Energetická náročnost hodnocené budovy**a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově**

Hodnocená budova/zóna	Vytápění EP _H	Chlazení EP _C	Nucené větrání EP _F		Příprava teplé vody EP _W	Osvětlení EP _L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčením			Pro budovu	Pro budovu i dodávku mimo budovu
Hlavní zóna	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[MWh/rok]	10,879	5,205			x	x			3,390	3,390	x	x
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[MWh/rok]	22,310	6,716			1,414	0,723			6,544	4,463	1,757	1,757
(3)	Pomocná energie	[MWh/rok]	0,270	0,201								0,196		
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4)=(ř.2)+(ř.3)	[MWh/rok]	22,580	6,916			1,414	0,723			6,544	4,660	1,757	1,757
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² .rok)]	115	35			7	4			33	24	9	9

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[MWh/rok]	31,545	Splněno (ano/ne)	ano
(11)	Hodnocená budova		11,463		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/m ² .rok]	161		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		58		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[MWh/rok]	22,323
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14 - ř.11)	[MWh/rok]	10,860
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	48,6

h) hodnoty pro vytvoření hranic klasifikačních tříd

Horní hranice třídy C odpovídají	Celková dodaná energie	[MWh/rok]	37,176
	Neobnovitelná primární energie	[MWh/rok]	35,744
	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	[W/m ² .K]	0,29
	Dílní dodané energie: vytápění	[MWh/rok]	27,358
	chlazení	[MWh/rok]	
	větrání	[MWh/rok]	1,517
	úprava vlhkosti vzduchu	[MWh/rok]	
	příprava teplé vody	[MWh/rok]	6,544
	osvětlení	[MWh/rok]	1,757
Tabulka h) obsahuje hodnoty, které se použijí pro vytvoření hranic klasifikačních tříd podle přílohy č. 2.			

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	Ano
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	A
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	
• Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Jiný účel zpracování průkazu	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	27.5.2014
---------------------------	-----------

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo:

PSČ, místo: 756 23, Lhotka u Zlíma

Typ budovy: Rodinný dům

Plocha obálky budovy: 633,5 m²

Objemový faktor tvaru A/V: 0,87 m²/m³

Energeticky vztázná plocha: 196,5 m²

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)

Mimořádně úsporná A

72

A

← 95

Velmi úsporná B

B

← 142

Úsporná C

C

← 189

Méně úsporná D

D

← 284

Nehospodárná E

E

← 378

Velmi nehospodárná F

F

← 473

Mimořádně nehospodárná G

G

58

58

← 91

← 136

← 182

← 273

← 364

← 455

Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

14,056

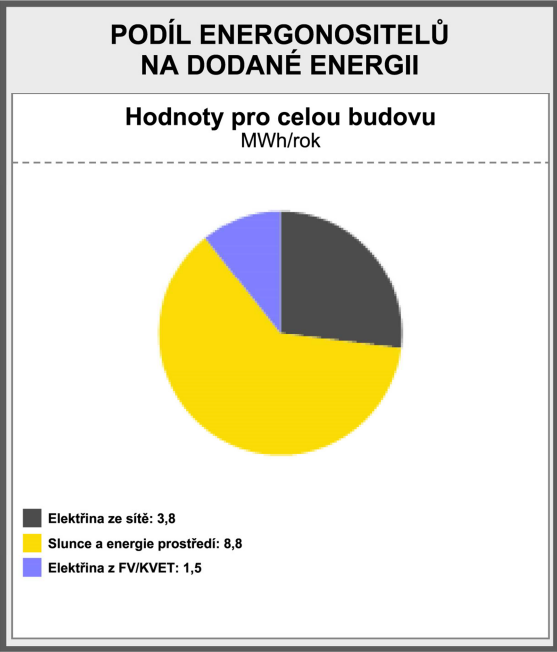
11,463

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na enegetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílčí dodané energie		Měrné hodnoty			
						kWh/(m ² ·rok)	
Mimořádně úsporná							
A	0,18	35		4			
B						24	
C							9
D							
E							
F							
G							
Mimořádně nevhospodárná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		6,92		0,72		4,66	1,76

C.3 SOLÁRNÍ SOUSTAVA – PROGRAM ZELENÁ ÚSPORÁM

nová zelená úsporám

Bilance solárních termických systémů pro potřeby programu Nová zelená úsporám 2013

v souladu s metodikou TNI 73 0302 a klimatickými daty podle TNI 73 0331

Identifikace žadatele:			
Příjmení / Název:	Fotik	Jméno:	Pavel
Identifikace nemovitosti:			
Katastrální území (číslo):	286	Katastrální území (název):	Lhotka u Zlína
Číslo listu vlastnictví:		Číslo parcely:	153/23
Ulice:		Číslo popisné:	286
Obec:	Lhotka u Zlína	PSČ:	756 23
		Kraj:	Zlínský
Žádám v oblasti podpory		C.3.1 - Solární systém pro přípravu teplé vody	
Počet osob:	4 osob		
Spotřeba na osobu:	40 l/os.den (při 55 °C)		
Příprava teplé vody a vytápění			
Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$	160 l/den		
Teplota studené vody t_{st}	10 °C		
Teplota teplé vody t_{tv}	55 °C		
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p	0,2		
Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody z	0,3		
Typ solárního zásobníku (uvedte podle projektu)	IVAR		
Objem solárního zásobníku (uvedte podle projektu)	500 l		
Vytápění objektu			
Použití data z výpočtu podle ČSN EN ISO 13 790	NE		
Tepelná ztráta domu Q_z			kW
Vnitřní výpočtová teplota t_{iv}			°C
Venkovní výpočtová teplota t_{ev}			°C
Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění)	pasivní standard, tepelné vlastnosti konstrukcí nad rámec vyhlášky doporučených hodnot		
Přirážka na tepelné ztráty otopné soustavy v	5 %		
Parametry solárních kolektorů			
Optická účinnost η_0	0,811		
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	3,968 W/m ² K		
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,003 W/m ² K ²		
Počet kolektorů	4 ks		
Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1}	1,991 m ²		
Celková plocha apertury solárních kolektorů A_k	7,96 m ²		
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	40 °C		
Sklon solárního kolektoru β	45 °		
Azimut solárního kolektoru γ (jih = 0°)	0 °		
Vyhodnocení			
Potřeba tepla pro přípravu TV	3973 kWh/rok		
Potřeba tepla pro vytápění	kWh/rok		
Měrný využitelný zisk solárního systému $q_{95,u}$	376 kWh/m ² ·rok		
Celkový využitelný zisk solárního systému $Q_{95,u}$	2996 kWh/rok		
Solární podíl (pokrytí potřeby tepla) f	75 %		
Minimální požadovaný objem solárního zásobníku	398 l		
Všechny podmínky Programu v oblasti podpory C.3.1 jsou splněny.			

Datum: _____ Číslo oprávnění: _____ jméno, příjmení a podpis energetického specialisty: _____

Pozn.: Energetickým specialistou se rozumí osoba oprávněná vypracovávat energetický audit a energetický posudek v souladu se zákonem č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

verze 1.2 SFŽP, Ing. Bořivoj Šourek, Ph.D a Doc. Ing. Tomáš Matuška, Ph.D (2013)

D - ZÁVĚR

Mým cílem bakalářské práce bylo navrhnout veškerá technická zařízení v domě s téměř nulovou spotřebou energie, která se budou starat o tepelnou pohodu a potřebu teplé vody pro uživatele.

Při výběru jednotlivých systémů, jsem šel cestou obnovitelné energie. Proto se v konečném návrhu objevují systémy, jako solární panely, fotovoltaické panely, rekuperační jednotka u systému nuceného větrání a tepelné čerpadlo.

Inspirací mi byly stavby ze sousedního Rakouska a Německa, kde trend zelené energie funguje už pěknou řádku let.

V teoretické části jsem se zaměřil na legislativu spojenou s nulovým bydlením. Shrnujím jednotlivé požadavky ze strany Evropské unie a České republiky, která byla interpretována v podobě českých zákonů. Uvedl jsem základní požadavky pro splnění nulového standartu a jednotlivé data, od kterých bude povinné stavět právě tyto stavby. Dalším krokem bylo seznámení se s principy tepelného čerpadla a porovnání jednotlivých typů.

Prvním krokem výpočtové části bylo najít funkční schéma pro již uvedené zařízení, tak aby systém byl ekonomicky a zároveň splňoval moderní požadavky pro bydlení. V konečné fázi jsem proto navrhl centrální zásobník topné vody, ve kterém budu hromadit energii ze solárního systému a tepelného čerpadla. Zároveň bude sloužit jako přehřev teplé vody. Ta se dále bude dohřívat v malém zásobníku s elektrickou topnou spirálou. Celý systém bude řízen regulací, tak aby fungoval pružně a pokud možno co nejefektivněji.

K pasivním typům staveb neodmyslitelně patří nucené větrání s rekuperací tepla. Nejen že mi systém zajistí příjemné klima, ale taky zmenší tepelné ztráty větráním. Jednotlivé rozvody jsem situoval do podhledů a to jen v místnostech jako WC, koupelna, šatna a chodba. Tak, aby interiér v obytných místnostech nebyl rušen.

Téma moderního bydlení je dnes velmi aktuální. A tak zkušenosti nabyté touto prací hodnotím velmi pozitivně. Například moje snaha zařadit do systému pouze moderní prvky nebyla příliš šťastná. Nyní bych spíše využil zdroje jako je kotel na pelety, či krbová vložka.

V průběhu celé práce jsem se setkával se spousty argumentů jak pro, tak proti nulovým domům. Dle mého názoru je dobře, že se EU vydala tímto směrem, ale nelíbí se mi, jakým způsobem svého cíle chce dosáhnout.

E - POUŽITÉ ZDROJE

1. Zákon č. 318/2012 Sb., Novela zákona č 406/2006 Sb., o energetické náročnosti budov.
2. EU.Směrnice evropského parlamantu a Rady 2002/91/ES, o energetické náročnosti budov (EPBD).
3. *EU.Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov (přepracování).*
4. Vyhláška č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov.
5. Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.
6. *SRDEČNÝ, Karel. Tepelná čerpadla. 1. vyd. Brno: ERA, 2005, vi, 68 s. ISBN 80-736-6031-8.*
7. Zákon č.406/2006 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších přepisů.
8. *TYWONIAK, Jan, Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 195 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3832-1., str. 11.*

9. *Topenářská příručka*. 3. vyd. Praha: Agentura ČSTZ, 2007, 378 s. ISBN 978-80-86028-13-2.
10. KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 109 s. ISBN 978-80-247-2720-2.
11. [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/co-stanovuji-zakony/evropska-smernice-o-nulovych-domech.htm>.
12. [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/co-stanovuji-zakony/zakony-cr-o-nulovych-domech.htm>.
13. [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>.
14. [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.abeceda-cerpadel.cz/cz/princip-tepelneho-cerpadla>.
15. [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.abeceda-cerpadel.cz/cz/topny-faktor-tepelneho-cerpadla>.
16. [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.nibe.cz/cs/component/content/article/16-sortiment/tepelna-cerpadla-zeme-voda/10-tepelne-cerpadlo-nibe-f1150-tc-s-plynulou-regulaci-vykonu-3-9-16kw>.

F - SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

- BB – bod bivalence
- TČ – tepelné čerpadlo
- ENB – energetická náročnost budovy
- TI – tepelná izolace
- COP – coefficient of performance
- EU – Evropská unie
- EPBD II – Energy Performance Building Directive II

Fyzikální veličiny

- a – zrychlení [m/s^2]
- A – plocha [m^2]
- c – měrná tepelná kapacita [kJ/kg]
- d – tloušťka vrstvy [m]

g – tíhové zrychlení [m/s^2]
 h – výška [m]
 M – hmotnostní průtok [kg/h]
 Q – tepelný výkon [W]
 P – příkon [W]
 ρ – hustota [kg/m^3]
 n – násobnost výměny vzduchu [h^{-1}]
 S – plocha [m^2]
 t – čas [s], teplota [$^{\circ}\text{C}$]
 w – rychlost proudění [m/s]
 V – objemový průtok [m^3/h]
 ε – efektivita [-]
 φ – relativní vlhkost [%]
 p – tlak [Pa]
 ρ – hustota [kg/m^3]
 λ – součinitel tepelné vodivosti [W/mK]
 R – tlaková ztráta třením [Pa/m]
 ξ – součinitel místního odporu [-]
 U – součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]
 Θ_j – teplota určité vrstvy [$^{\circ}\text{C}$]
 Δt – teplotní rozdíl [$^{\circ}\text{C}$]
 H – hloubka vrtu [m]
 η – účinnost [%]

G - SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obrázek A.1.1 Ukázka nulových domů Freiburg, Německo	13
Obrázek A.4.1 Schéma principu tepelného čerpadla	17
Obrázek A.4.2 Schéma plošného kolektoru	19
Obrázek A.4.3 Schéma hlubinného kolektoru	19
Obrázek A.4.4 Schéma principu kompresoru SROLL	20
Obrázek B.1.1 Půdorys objektu v terénu	24
Obrázek B.1.2 Pohled na jižní a východní stranu objektu	25
Obrázek B.2.1 Systémová hranice budovy	26
Obrázek B.5.1 Ekvitermní křivka	44
Obrázek B.5.2 Bod bivalence tepelného čerpadla	44
Obrázek B.5.3 Schéma zapojení primárního okruhu tepelného čerpadla	46
Obrázek B.6.1 Schéma jednotlivých těles pro dimenzování	47
Obrázek B.6.2 Tabulka se stupni přednastavení šroubení a termostatického ventilu v rohovém provedení	51
Obrázek B.6.3 Schéma zapojení regulace	52
Obrázek B.7.1 Návrh oběhového čerpadla pro otopná tělesa	54
Obrázek B.7.2 Návrh oběhového čerpadla pro teplovodní ohříváč nuceného větrání	55
Obrázek B.9.1 Charakteristika čerpadla Grundfos PM 15	62
Obrázek B.9.2 Solární stanice Tacosol circ HE	63
Obrázek B.9.3 Schéma zapojení solární soustavy a rozteče jednotlivých kolektorů	64
Obrázek B.10.1 Ukázka doby ohřevu teplé vody v zimním období	66
Obrázek B.10.2 Centrální zásobník topné vody 500 l	66
Obrázek B.11.1 Doporučené normové hodnoty výměny vzduchu za hodinu	67
Obrázek B.11.2 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek	70
Obrázek B.11.3 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek	71
Obrázek B.11.4 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek	72
Obrázek B.11.5 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek	73
Obrázek B.11.6 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek	74
Obrázek B.11.7 Grafický výstup z programu Atrea pro návrh jednotek	75
Obrázek B.12.1 Fotovoltaický panel Buderus	75

Tabulky

Tabulka B.2.1 Součinitel prostupu tepla podlahou	27
Tabulka B.2.2 Součinitel prostupu tepla střešní konstrukcí	27
Tabulka B.2.3 Součinitel prostupu tepla nosnou stěnou.....	27
Tabulka B.2.4 Součinitel prostupu tepla nosnou stěnou na styku se zeminou	28
Tabulka B.2.5 Součinitel prostupu tepla nosnou vnitřní stěnou	28
Tabulka B.2.6 Součinitel prostupu tepla nosnou vnitřní stěnou	28
Tabulka B.2.7 Součinitel prostupu tepla příčkou.....	28
Tabulka B.3.1 Hlavička energetického štítu.....	37
Tabulka B.3.2 jednotlivé parametry budovy a výsledné hodnota štítu	38
Tabulka B.3.3 Hranice klasifikačních tříd štítu	39
Tabulka B.3.4 Energetický štítek obálky budovy	40
Tabulka B.4.1 Návrh výkonů jednotlivých konvektorů Licon	42
Tabulka B.4.2 Jednotlivé objednávací čísla konvektorů a podlahových mřížek.....	42
Tabulka B.5.1 Průběh teplot otopné vody v závislosti na venkovní teplotě	43
Tabulka B.6.1 Tlakové ztráty a stupeň přednastavení ventilů.....	48
Tabulka B.6.2 Tlakové ztráty a stupeň přednastavení ventilů.....	49
Tabulka B.6.3 Tlakové ztráty a stupeň přednastavení ventilů.....	50
Tabulka B.6.4 Výpis jednotlivých ventilů	51
Tabulka B.6.5 Prvky elektroregulace konvektorů.....	52
Tabulka B.9.1 Energetická bilance solárního systému.....	60
Tabulka B.9.2 Dimenzování potrubí solárního systému	62
Tabulka B.10.1 Potřeba tepla pro teplou vodu v průběhu dne.....	65
Tabulka B.11.1 Tabulka dimenzí a tlakových ztrát větracího potrubí	68
Tabulka B.11.2 Tabulka dimenzí a tlakových ztrát větracího potrubí	69

PŘÍLOHY

1. ***PŮDORYS A ROZNINUTÝ ŘEZ OTOPNÉ SOUSTAVY (1:50)***
2. ***PŮDORYS A ŘEZ NUCENÉHO VĚTRÁNÍ (1:50)***
3. ***SCHÉMA ZAPOJENÍ V TECHNICKÉ MÍSTNOSTI (1:100)***
4. ***SCHÉMA ZAPOJENÍ PRIMÁRNÍHO OKRUHU TEPELNÉHO ČERPADLA (1:100)***
5. ***SCHÉMA ZAPOJENÍ SOLÁRNÍHO OKRUHU (1:100)***
6. ***SCHÉMA TECHNICKÉ MÍSTNOSTI (1:100)***